



Universidad
Carlos III de Madrid

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

Departamento de Tecnología Electrónica

INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL

ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

PROYECTO FIN DE CARRERA

SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADO PARA EL CONTROL DE LA CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO

Autora: Dña. Laura Bermejo Pérez

Tutora: Dra. Dña. Rosa Ana Salas Merino

Leganés (Madrid), Julio de 2011

Agradecimientos:

A mi tutora Rosa Ana, por la ayuda recibida en la realización de este trabajo y su paciencia.

Al Departamento de Tecnología Electrónica de la Universidad Carlos III de Madrid, por permitirme la realización de este proyecto.

A mi familia, por su apoyo incondicional.

A Jacobo, por estar a mi lado en todo momento.

ÍNDICE DE CONTENIDOS	I
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VI

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	5
PRESENTACIÓN DEL EDIFICIO	9
Ubicación	10
Situación	11
Condiciones exteriores	11
Condiciones interiores	11
CAPÍTULO 1: ELEMENTOS DE CONTROL DEL SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADO	13
1.1 Puesto Central	14
1.2 Procesadores de Control	14
1.3 Sensores	18
1.4 Actuadores o elementos finales de control	19
1.5 Tipos de señales de control	20
1.5.1 Clasificación de las señales de control	20
1.5.2 Puntos físicos: entradas del sistema	20
1.5.3 Puntos físicos: salidas del sistema	21
1.6 Niveles del Sistema de Gestión	21
CAPÍTULO 2: LA PRODUCCIÓN DE AGUA FRÍA	23
2.1 Elementos que componen la producción de frío	24
2.2 Memoria de funcionamiento de la producción de frío	26
2.2.1 Arranque de la producción de frío	26



2.2.2 Arranque de los circuitos secundarios de la producción de frío	28
2.2.3 Parada de la producción de frío	28
2.3 Señales de control de la producción de frío	29
2.3.1 Señales de control de las enfriadoras	29
2.3.2 Señales de control de las bombas de circulación de agua fría	30
2.3.3 Señales de control de los circuitos consumidores de agua fría	31
 CAPÍTULO 3: LA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE Y AGUA CALIENTE SANITARIA	 33
3.1 Producción de calor	34
3.1.1 Elementos que componen la producción de calor	34
3.1.2 Memoria de funcionamiento de la producción de calor	36
3.1.2.1 Arranque de la producción de calor	36
3.1.2.2 Arranque de los circuitos secundarios de la producción de calor.....	37
3.1.2.3 Parada de la producción de calor	37
3.1.3 Señales de control de la producción de calor	38
3.1.3.1 Señales de control de las calderas	38
3.1.3.2 Señales de control de las bombas de circulación de agua caliente.....	39
3.1.3.3 Señales de control de los circuitos consumidores de agua caliente.....	40
3.2 Producción de agua caliente sanitaria (A.C.S.)	41
3.2.1 Elementos que componen la producción de agua caliente sanitaria.....	41
3.2.2 Memoria de funcionamiento de la producción de agua caliente sanitaria	42
3.2.3 Señales de control para la producción de agua caliente sanitaria	44
 CAPÍTULO 4: UNIDADES DE TRATAMIENTO DEL AIRE Y VENTILACIÓN	 47
4.1 Climatizadores	48
4.1.1 Climatizadores de aire primario	48
4.1.1.1 Memoria de funcionamiento de los climatizadores de aire primario	49
4.1.1.2 Señales de control de los climatizadores de aire primario	51
4.1.2 Climatizadores con free-cooling	54
4.1.2.1 Memoria de funcionamiento de los climatizadores con free-cooling	55
4.1.2.2 Señales de control de los climatizadores con free-cooling	57
4.2 Fancoils	62



4.3 Unidades Split	64
4.4 Instalaciones de ventilación	64
4.4.1 Señales de control de los extractores	65
CAPÍTULO 5: CÁLCULOS	67
5.1 Cálculo de válvulas	68
5.1.1 Elección de válvulas motorizadas	68
5.1.2 Dimensionado de válvulas motorizadas.....	68
5.1.3 Cálculo de válvulas motorizadas	71
5.2 Listado de puntos del sistema de gestión	79
5.3 Cálculo de controladores	86
5.3.1 Cálculo de los controladores libremente programables	86
5.3.2 Cálculo de los controladores configurables	89
5.4 Topología y conexionado del sistema	91
CAPÍTULO 6: PRESUPUESTO ECONÓMICO	91
CAPÍTULO 7: PLIEGO DE CONDICIONES	101
7.1 Condiciones generales	102
7.2 Especificaciones sobre materiales y equipos	103
7.2.1 Garantía	104
7.2.2 Transporte	104
7.2.3 Reserva de dominio	105
7.2.4 Disponibilidad de la información técnica	105
7.3 Condiciones económicas	106
CAPÍTULO 8: Conclusiones y trabajo futuro	107
8.1 Conclusiones	108
8.2 Trabajo futuro	109
BIBLIOGRAFIA	111
ANEXO 1.1 Esquemas Eléctricos del Cuadro de Control 1	113
ANEXO 1.2 Esquemas Eléctricos del Cuadro de Control 2	127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Plano de zona	11
Figura 2: Control de temperatura de una caldera (ON/OFF)	15
Figura 3: Control de temperatura de un local	16
Figura 4: Diagrama de bloques.....	18
Figura 5: Sensores utilizados en este proyecto	19
Figura 6: Elementos finales de control	19
Figura 7: Esquema del sistema de gestión centralizado	22
Figura 8: Esquema de principio de la Producción de Frío	25
Figura 9: Horario de funcionamiento de la Producción de Frío	26
Figura 10: Secuencia de funcionamiento de las enfriadoras	27
Figura 11: Funcionamiento de los circuitos secundarios	28
Figura 12: Señales de control de la enfriadora	30
Figura 13: Señales de control de las bombas de circulación de agua fría	31
Figura 14: Esquema de principio de la Producción Agua Caliente	35
Figura 15: Arranque de la Producción de Calor	36
Figura 16: Señales de control de la caldera	39
Figura 17: Señales de control de las bombas del circuito secundario de los fancoils	40
Figura 18: Producción de A.C.S.....	41
Figura 19: Comportamiento de la bacteria de la legionela	44
Figura 20: Señales de control para la Producción de A.C.S.....	45
Figura 21: Esquema de principio de los climatizador de aire primario	49
Figura 22: Regulación de la temperatura de los climatizador de aire primario.....	50
Figura 23: Señales de control de los climatizadores de aire primario	53
Figura 24: Esquema de principio de los climatizador con free-cooling	54
Figura 25: Regulación de compuertas de free-cooling en el Caso 1	56
Figura 26: Regulación de compuertas de free-cooling en el Caso 2.....	56
Figura 27: Señales de control de los climatizadores con free-cooling	60
Figura 28: Señales de control del climatizador con free-cooling y humectación	62
Figura 29: Plano de ubicación de los fancoils	63

Figura 30: Esquema de principio de los fancoils.....	64
Figura 31: Señales de control de los extractores	66
Figura 32: Diagrama de flujo $\Delta P_{v100} - \dot{V}_{100}$	70
Figura 33: Cálculo de la válvula de la batería de frío usando el Método II	74
Figura 34: Cálculo de la válvula de la batería de calor usando el Método II	75
Figura 35: Cálculo de Kv de la batería de frío usando el Método III	76
Figura 36: Cálculo de Kv de la batería de calor usando el Método III	77
Figura 37: Selección de la válvula de la batería de frío	78
Figura 38: Selección de la válvula de la batería de calor	78
Figura 39: Controlador y sonda utilizados para la regulación de los fancoils.....	90
Figura 40: Montaje de la sonda de temperatura de los fancoils	90
Figura 41: Arquitectura del Sistema de Gestión Centralizado	91
Figura 44: Gráfico del presupuesto económico	94
Figura 45: Gráfico del material y de la mano de obra	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I: Consignas para la regulación de la temperatura en los climatizadores	50
Tabla II: Distribución de los extractores por planta	65
Tabla III: Válvulas de control de los climatizadores	79
Tabla IV: Tipos de señales y su significado	80
Tabla V: Listado de puntos – Producción de Frío	81
Tabla VI: Listado de puntos – Producción de Calor	82
Tabla VII: Listado de puntos – Producción de A.C.S.	83
Tabla VIII: Listado de puntos – Climatizadores	84
Tabla IX: Listado de puntos – Extractores	85
Tabla X: Módulos de control – Unidades de carga	87
Tabla XI: Resumen de los módulos de control utilizados	88



INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El uso eficiente de la energía ha adquirido un papel predominante en los últimos años, convirtiéndose en una necesidad real para cualquier empresa. Existen *dos razones principales* que hacen necesario un aprovechamiento eficaz de los recursos energéticos:

En primer lugar, un motivo de tipo *económico*. El incremento del precio de las fuentes tradicionales de energía, como el petróleo y el carbón han producido un encarecimiento de la energía. Además, se ha originado un aumento de la demanda energética, siendo estos recursos un bien limitado. Por tanto, los costes de la energía eléctrica adquieren cada vez un papel más importante en la contabilidad de cualquier empresa.

En segundo lugar, un motivo de tipo *medioambiental*. La dependencia de combustibles fósiles para producir energía provoca un alto nivel de contaminación atmosférica, mientras la sociedad demanda empresas responsables con el medioambiente. La imagen de empresa sostenible es un factor de decisión cada día más importante en la conciencia ciudadana.

El gasto energético y la demanda de confort han creado la necesidad de automatizar los edificios e implantar ***sistemas de gestión centralizados*** capaces de controlar las variables implicadas en los edificios.

La implantación de sistemas de gestión centralizados y la automatización permiten controlar las variables involucradas en los edificios, optimizando el gasto energético y manteniendo la demanda de confort.

La Automatización Integral crea las premisas necesarias para un ahorro energético confortable y sustancial. En un edificio sólo es posible lograr elevados ahorros energéticos automatizando y controlando los consumos desde las estancias hasta las salas de máquinas.

La automatización de los equipos de climatización puede generar ahorros que están entre un 20% y un 40% del gasto energético total de un edificio. Con este ahorro la inversión puede amortizarse generalmente en un periodo comprendido entre los 12 y los 24 meses.

Desde el 31 de Octubre del 2007, los edificios de nueva construcción deben contar con un certificado de eficiencia energética. Mediante este certificado se le asigna al edificio su calificación energética, variando desde la Clase A para los edificios más eficientes, hasta la Clase G para los menos eficientes. Para que un edificio obtenga la calificación A o B es requisito imprescindible que cuente con un *Sistema de Gestión Centralizado* para el control de la climatización.

En una instalación ya existente, donde no se desee sustituir los equipos que más consumen energía por otros equipos más modernos y eficientes, existe una acción que permite conseguir una importante reducción en el consumo energético: el *sistema centralizado de gestión y control*. Este sistema permite controlar y optimizar el uso de los equipos para que su consumo de energía sea el mínimo necesario y así cumplir las necesidades requeridas en el edificio.

En este *Proyecto fin de Carrera* se controla la climatización de un edificio en el ámbito de la producción de calor, la producción de frío y la producción de agua caliente sanitaria. Se procederá al estudio de las instalaciones técnicas del edificio y a la implantación de un *Sistema de Gestión Centralizado* en el mismo.



OBJETIVOS

OBJETIVOS

El principal objetivo de este *Proyecto Fin de Carrera* es realizar el control integral de la climatización de un edificio de forma automática. Este control automático de la instalación proporcionará un ajuste fino y eficaz al mantener las condiciones climáticas y de confort en un entorno cerrado. Dado que el sistema de gestión permite un control totalmente autónomo, no será necesaria la presencia de ningún operario que manipule la instalación.

Al implantar el nuevo *sistema de gestión* se consiguen los siguientes objetivos:

- **Centralizar** la información, de forma rápida y constante, de todas las señales y parámetros procedentes de las instalaciones del edificio en un único punto, desde el cuál, el personal de mantenimiento puede informarse de su estado y telemandarlas.
- **Presentar** al usuario de forma clara, sencilla e intuitiva, todos los datos, cálculos y automatismos que existen para el control global del edificio. Se utilizan esquemas de gráficos e imágenes dinámicas que muestran de manera simbólica el funcionamiento de las instalaciones.
- **Optimizar** el funcionamiento de las instalaciones, al coordinarlas y regularlas de forma automática. La regulación digital empleada permite ajustar los valores de consigna (temperatura, humedad, presión...) en función de varias condiciones tales como programaciones horarias, condiciones ambientales exteriores, iluminación exterior, etc.
- **Permitir la vigilancia y la supervisión continua** del funcionamiento correcto de las instalaciones, notificando las anomalías existentes.
- **Ahorrar en la instalación eléctrica**, dado que la arquitectura distribuida permite que los microprocesadores se encuentren muy próximos a los equipos controlados por ellos.

Las tareas que conlleva la implantación del *sistema de gestión* son:

- Elaborar el **listado de las instalaciones** a integrar en el sistema de gestión propuesto.
- Describir la **memoria de funcionamiento** de las instalaciones técnicas del edificio desde el punto de vista del sistema de gestión centralizado. Se detallan las **secuencias de funcionamiento** de los diferentes elementos que componen la instalación.
- Desarrollar la relación de señales y el **listado de puntos** a controlar por el sistema y su representación en los **esquemas de principio**.
- Calcular y **dimensionar las válvulas** mediante diferentes métodos; entre ellos se utilizará el programa Easy VASP de Siemens [1].
- Calcular el número de **controladores** y de módulos de entradas y salidas (E/S) necesarios para la implementación de las señales de control.
- Realizar los **esquemas eléctricos** de los cuadros de control.

El contenido de este proyecto se divide en *ocho capítulos*, donde los temas propuestos serán descritos. A continuación, se realiza una breve descripción de cada uno de ellos:

En el *capítulo 1* se introduce la teoría involucrada en los temas tratados en este proyecto, concretamente las técnicas de control empleadas en la implantación del sistema. Se detallan las técnicas de regulación y la clasificación de las señales de control relacionadas con la calefacción, la ventilación y el aire acondicionado.

En los *capítulos 2, 3 y 4* se describen las instalaciones que forman parte del sistema de gestión centralizado, así como su memoria de funcionamiento y las variables a controlar.

En el *capítulo 5* se incluyen los cálculos necesarios para la implementación del sistema de gestión centralizado: el dimensionamiento de las válvulas, el desarrollo del listado de puntos de control y el cálculo de controladores y módulos de entradas/salidas necesarios.

En el *capítulo 6* se incluye el presupuesto económico para la implantación del sistema de gestión descrito en los capítulos anteriores.

En el *capítulo 7* se presenta el pliego de condiciones para la ejecución del proyecto.

Para finalizar, en el *capítulo 8* se resumen las conclusiones del proyecto y se describen las líneas de trabajo futuras como continuación o complementación del trabajo desarrollado en este proyecto.



PRESENTACIÓN DEL EDIFICIO

PRESENTACIÓN DEL EDIFICIO

Ubicación

La parcela donde se encuentra situado el edificio, objeto de estudio en el cual se implanta el sistema de gestión centralizado expuesto en este Proyecto Fin de Carrera se ubica en el municipio de Madrid, distrito de Fuencarral, en las proximidades de la autovía N-I (carretera de Burgos), en su margen Oeste.

La parcela tiene una superficie de 9.342 m², limita al noroeste con la calle Valdebebas, al noroeste con la calle Juan Montero, sureste con la vial de nueva creación VL-2 y al suroeste con la calle Manuel Baena.

La parcela tiene forma rectangular y alargada, con pendiente suave descendiente de aproximadamente el 3.8 % en dirección sureste-noroeste, suponiendo un desnivel máximo entre las rasantes de las calles que la delimitan, debido a la longitud de la parcela, de aproximadamente 7.70 m entre los extremos norte y sur de la parcela.

El edificio diseñado para albergar oficinas, se articula en tres volúmenes, orientados transversalmente a la parcela; cuenta con tres pisos de altura y dos plantas sótano destinadas a garajes; a continuación en la Figura 1 se muestra un plano de la zona, donde se puede ver el edificio en construcción.



Figura 1: Plano de zona

Situación

Situación de Madrid: 40° 25' latitud Norte.

Altitud: 660 m sobre el nivel del mar.

Condiciones exteriores

Las condiciones de temperatura y humedad previstas en el exterior del edificio son respectivamente, para las estaciones más desfavorables:

Invierno:

Temperatura: -3.9 °C.

Humedad relativa: 95 %.

Verano:

Temperatura: 34 °C.

Humedad relativa: 44 %.

Condiciones interiores

Las condiciones de temperatura y humedad en el interior del edificio se ajustarán al cumplimiento del *Real Decreto* 1826/2009, de 27 de Noviembre [2] según el cual:

- La temperatura del aire no será superior a 21 °C, cuando para ello se requiera consumo de energía para la generación de calor por parte del sistema de calefacción.
- La temperatura del aire no será inferior a 16 °C, cuando para ello se requiera consumo de energía para la generación de frío por parte del sistema de refrigeración.
- La humedad relativa del aire estará comprendida entre el 30 y 70%.



Capítulo 1: Elementos de control del Sistema de Gestión Centralizado

En este *presente primer capítulo* se expone una breve introducción de los principales equipos de control que componen un Sistema de Gestión Centralizado (S.G.C.), y se explican los diferentes tipos de señales que intervienen en la regulación y control de los diversos elementos.



1.1 PUESTO CENTRAL

El puesto central o centro de control es la estación de operación del sistema de gestión. En él se monitoriza y visualiza de forma gráfica los procesos que intervienen en el control de la instalación.

Desde el puesto central se puede manejar y gobernar todas las instalaciones de climatización, se muestra información en tiempo real tanto de los puntos físicos como de los calculados, y se representan los eventos y las alarmas críticas del sistema.

El puesto central está formado por:

- Un ordenador, con los requisitos mínimos que a continuación se detallan:

Pentium 4 a 1,6 GHz

Memoria RAM 1 GB

Disco Duro 160 GB SATA II

Lector DVD

2 puertos de comunicación serie

2 puertos USB

- Un teclado y un ratón.
- Una impresora, para la impresión de históricos y alarmas.
- Un monitor plano TFT de 17”.
- Un router de comunicación Bacnet (Building Automation and Control Networks), con protocolo LON-Ethernet/IP, utilizado para la comunicación entre el ordenador y los controladores.
- El software de gestión donde se implementa los programas.

1.2 PROCESADORES DE CONTROL

Los procesadores de control o controladores tienen como misión la regulación, mando y control de las instalaciones electromecánicas.

Los controladores reciben las señales de los sensores que realizan las mediciones, las comparan con la/s variable/s de referencia y transmiten las señales de salida al órgano final de

control o al actuador correspondiente. Son los encargados de enviar al puesto central información de: temperatura, valores de consigna, demandas de calefacción y refrigeración, estado de los circuitos, alarmas de funcionamiento de equipos, horarios, etc.

Los controladores según el comportamiento de la regulación (naturaleza de la variación de la señal de salida) pueden dividirse en dos grandes grupos: Controladores *no progresivos* y controladores *progresivos* [3].

Controladores no progresivos – Controladores Todo/Nada (ON/OFF):

Los controladores todo/nada transmiten sólo dos posibles señales al órgano final de control. Por ejemplo: “abrir/cerrar” o “encender/apagar”. No existen posiciones intermedias.

En la siguiente Figura 2, se muestra como ejemplo de control Todo/Nada el control de la temperatura de una caldera.

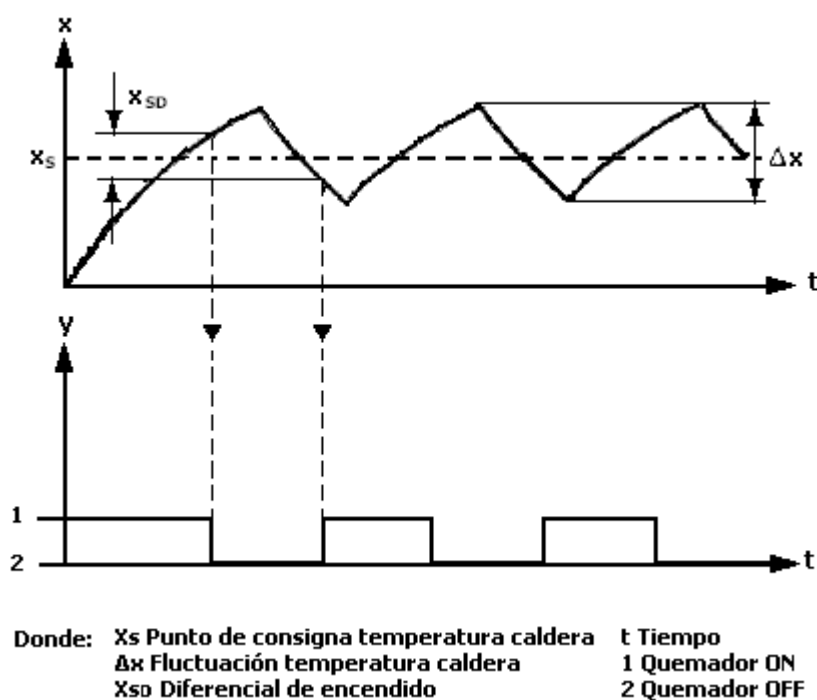


Figura 2: Control de temperatura de una caldera (ON/OFF)

Controladores progresivos:

Los controladores progresivos no sólo detectan el sentido de la desviación del valor de consigna sino también su tamaño, por ello la señal de salida del controlador varia progresivamente hasta lograr el equilibrio de la magnitud regulada.

Según su comportamiento en el tiempo estos pueden ser de cinco tipos: Controlador Proporcional (P), Controlador Integral (I), Controlador Proporcional-Integral (PI), Controlador Proporcional-Derivado (PD), Controlador Proporcional-Integral-Derivado (PID). A continuación, se describen las principales características de cada uno de ellos [3].

- Controlador Proporcional (P): El controlador proporcional genera un algoritmo que hace que el accionador cambie la posición del órgano final de control proporcionalmente a la desviación del control, es decir, cuanto mayor es la desviación del control mayor es el movimiento del dispositivo controlado. A una determinada señal de desviación le corresponde una determinada señal de salida proporcional a la primera. En el siguiente gráfico Figura 3, se muestra como ejemplo de control proporcional (P) el control de temperatura en un local.

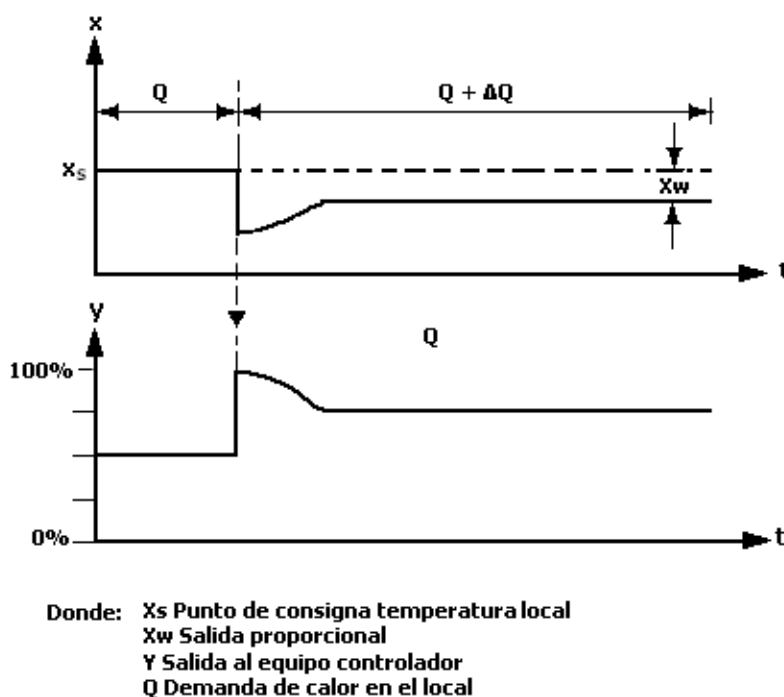


Figura 3: Control de la temperatura de un local

- **Controlador Integral (I):** El controlador integral genera un algoritmo que hace que el órgano final de control cambie la velocidad de posición en proporción con la desviación del control, es decir, cuanto más grande es la desviación respecto de la variable de referencia, más rápido se mueve el órgano final de control en la dirección seleccionada para corregir el error. Grandes desviaciones respecto de la variable de referencia son, de este modo, corregidas rápidamente, mientras que las pequeñas desviaciones se corrigen muy lentamente.
- **Controlador Proporcional-Integral (PI):** El controlador proporcional integral es una combinación del controlador proporcional y del controlador integral. La componente proporcional (P) produce un desplazamiento de la señal de maniobra proporcional a la desviación del valor de consigna, mientras que la componente integral (I) produce una variación en la velocidad proporcional a la desviación del valor de consigna. El controlador PI combina la ventaja del controlador P (rapidez) con la del controlador I (precisión).
- **Controlador Proporcional-Derivado (PD):** El controlador proporcional derivado puede representarse como un acoplamiento en paralelo de un controlador proporcional (P) y de un elemento derivado (elemento D). El elemento D permite equilibrar muy rápidamente las variaciones bruscas de la magnitud regulada. El controlador PD detecta no solamente la amplitud de la desviación del valor de consigna sino también su velocidad de variación, esto hace más eficaz el regulador P que ya es rápido por si mismo.
- **Controlador Proporcional-Integral-Derivado (PID):** El controlador PID puede representarse como un acoplamiento en paralelo de un controlador P, un controlador I y un elemento D. La variación de la señal de maniobra no sólo detecta la magnitud de la desviación del valor de consigna sino también su velocidad de variación, es decir, la variación de la señal de salida es proporcional a la velocidad de variación de la magnitud regulada o a la desviación del valor da consigna.

Este Proyecto Fin de Carrera se basa en el empleo de controladores libremente configurables en los cuales se programan bloques de control de diferentes tipos. Partiendo de librerías ya definidas como son: los desplazamientos, los relojes, las funciones lógicas y las funciones de control se generan los programas con los bloques de control para la regulación de la planta (Véase Figura 4).

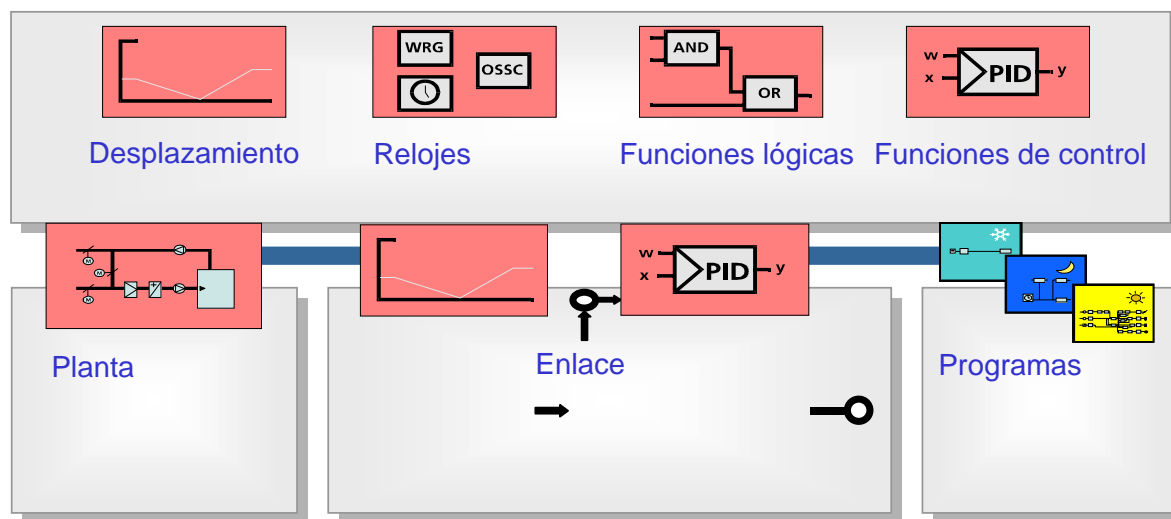


Figura 4: Diagrama de bloques

1.3 SENSORES

Un sensor mide el estado de una variable controlada o de variables de referencia (temperatura, presión, humedad, gas, luminosidad, concentración, etc.) y transmite una señal al controlador. En el presente proyecto será necesaria la instalación de: sensores de temperatura, sensores de presión, sensores de humedad y sensores de calidad de aire. Estos sensores estarán distribuidos por la instalación y su medida será recogida en un controlador.

En la Figura 5, se muestran varios tipos de sensores del fabricante Siemens, cuya utilización ha sido necesaria en este proyecto [4]:



**MODELOS DE LAS
SONDAS UTILIZADAS:**

- 1 – QFA66
- 2 – QFM66.201
- 3 – QBM66
- 4 – QAE2120.010
- 5 – QFA3160
- 6 – QAM2120.040
- 7 – QAP63.1

TIPOS DE SENSORES:

- 1 – Sonda combinada de temperatura y humedad para el exterior.
- 2 – Sonda combinada de temperatura y humedad para conducto.
- 3 – Sonda de presión diferencial para conducto.
- 4 – Sonda de temperatura en tubería.
- 5 – Sonda combinada de temperatura y humedad para ambiente.
- 6 – Sonda de temperatura para conducto.
- 7 – Sonda de calidad de aire.

Figura 5: Sensores utilizados en este proyecto

1.4 ACTUADORES O ELEMENTOS FINALES DE CONTROL

Se llama elemento final de control a aquellos elementos que reciben la señal de salida del controlador y actúan en función de dicha señal. Los más importantes en el control de la climatización de un edificio son las válvulas junto con su motor y los actuadores de compuerta. A continuación, en la Figura 6 se muestran algunos ejemplos [4].

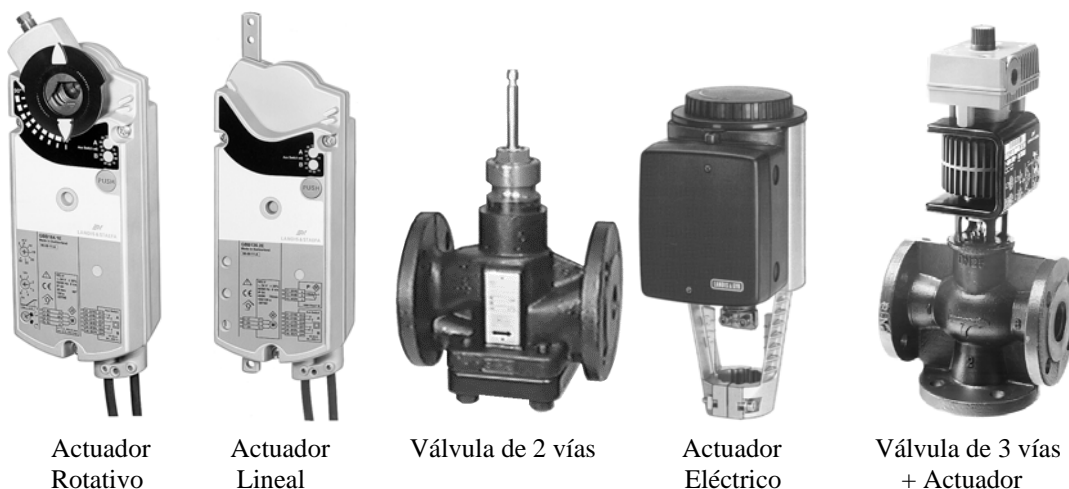


Figura 6: Elementos finales de control



1.5 TIPOS DE SEÑALES DE CONTROL

A continuación, se hace una clasificación de los diferentes tipos de señales de control que intervienen en el sistema de gestión centralizado.

1.5.1 Clasificación de las señales de control

En una primera clasificación general de las señales o puntos que intervienen en un sistema de gestión centralizado cabe distinguir entre puntos físicos y lógicos. Los *puntos físicos* son aquellos que provienen de señales que están directamente relacionadas con los elementos de campo y los equipos periféricos asociados. Mientras que los *puntos lógicos* son puntos generados por los controladores a partir de los puntos físicos.

Puntos físicos son por ejemplo, la temperatura, la humedad o la presión provenientes de sus sondas correspondientes.

Como puntos lógicos cabe mencionar los parámetros de consigna, los horarios o las alarmas generadas por los controladores.

1.5.2 Puntos físicos: entradas del sistema

Se distinguen dos tipos de puntos físicos utilizados como entradas al sistema: digitales y analógicas [5].

- **Entradas Digitales (ED):** Son puntos que proceden de contactos libres de tensión NA (Normalmente Abierto) o NC (Normalmente Cerrado).

Ejemplos: El estado real de marcha de un equipo, una señal de alarma, la detección de flujo aire/agua, el estado de un presostato diferencial, etc.

- **Entradas Analógicas (EA):** Son puntos que proceden de elementos de captación u otros equipos que generan una señal progresiva con valores continuos [5]. Las señales se recogen generalmente en tensión (0-10Vdc ó 2-10Vdc) o intensidad (0-20 mA ó 4-20 mA).

Las entradas analógicas se dividen en entradas analógicas pasivas (EAP) y en entradas analógicas activas (EAP). La principal diferencia entre ambas es que las entradas analógicas pasivas provienen de elementos sensores que no requieren de una fuente de alimentación

externa para funcionar, mientras las entradas analógicas activas son señales que provienen de sondas que deben ser alimentadas eléctricamente.

Ejemplos de EAP son, las sondas de temperatura con elementos sensor Ni1000 o con elemento sensor T1. Ejemplos de EAA son, sondas de humedad, de presión, de caudal, etc. alimentadas generalmente a 24 Vcc.

1.5.3 Puntos físicos: salidas del sistema

Se distinguen dos tipos de puntos físicos utilizados como salidas del sistema:

- ❑ **Salidas Digitales (SD):** Son puntos que generan normalmente un contacto libre de tensión, común NA (Normalmente Abierto) o NC (Normalmente Cerrado). En la mayoría de los casos, la carga que soporta el contacto es la consumida por la bobina de un contactor (máximo 2 A.)

Como ejemplos de salidas digitales cabe mencionar: Las órdenes de marcha o parada de un ventilador, la señal de abrir o cerrar una compuerta y el encendido o apagado de un circuito de alumbrado.

- ❑ **Salidas Analógicas (SA):** Son puntos que generan una señal progresiva para poder comandar otros equipos. Las señales se envían generalmente en tensión (0-10 VCC ó 2-10 VCC) o en intensidad (0-20 mA ó 4-20 mA).

Ejemplos de salidas analógicas son: la señal de control de una válvula hidráulica, la regulación de un variador de frecuencia o la señal de posicionamiento de un actuador de compuerta.

1.6 NIVELES DEL SISTEMA DE GESTIÓN

Como resumen de los elementos que componen el sistema de gestión centralizado expuestos en este primer capítulo, en la Figura 7 se muestra un esquema completo del sistema con sus tres niveles de jerarquía (NIVEL 1, NIVEL 2, NIVEL 3).

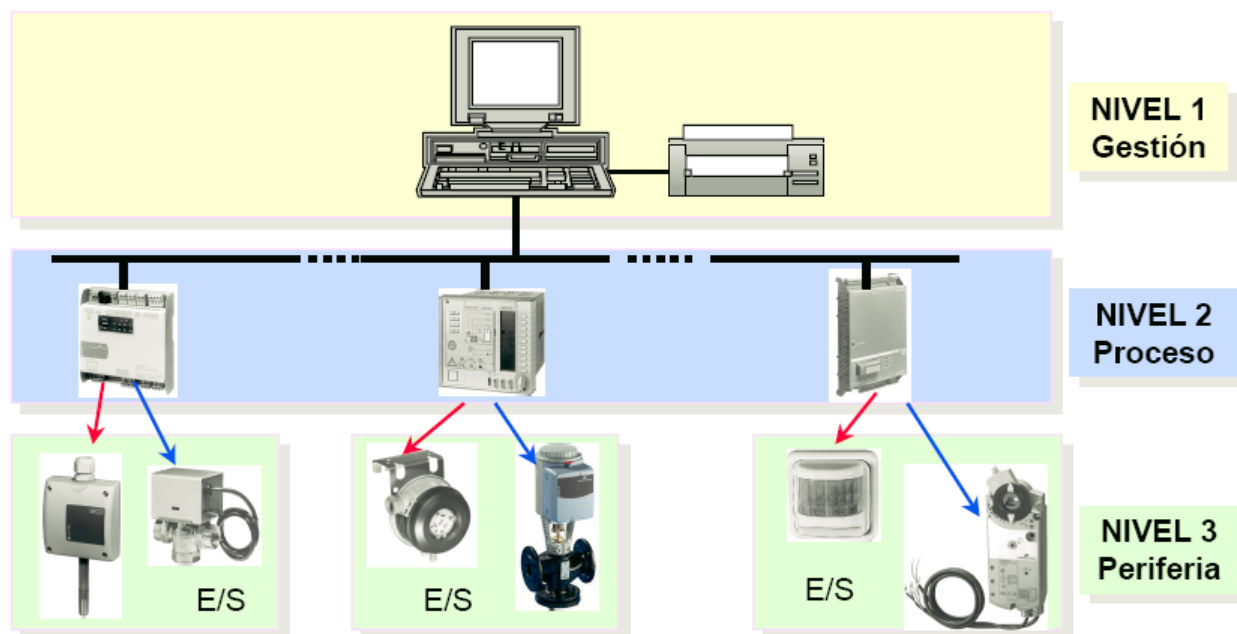


Figura 7: Esquema del sistema de gestión centralizado

El NIVEL 1 o nivel de gestión está compuesto por el ordenador o puesto central donde se ejecuta el software de gestión. El NIVEL 2 o nivel de proceso lo forman los controladores que gobiernan la instalación. El NIVEL 3 o nivel de periferia o equipos periféricos lo componen los elementos de campo, estos son los sensores y los actuadores.

Capítulo 2: La Producción de Agua Fría

En el *presente capítulo* se propone exponer y describir las instalaciones que componen la producción de agua fría del edificio. Primeramente se muestra un esquema de principio con los elementos que intervienen, para posteriormente detallar la memoria de funcionamiento y las señales de control a implementar en el *Sistema de Gestión Centralizado*.

2.1 ELEMENTOS QUE COMPONEN LA PRODUCCIÓN DE FRÍO

El sistema de producción de frío a instalar para la refrigeración del edificio, se compone de dos enfriadoras o máquinas frigoríficas, un circuito primario compuesto por dos pares de bombas en retorno y un circuito secundario con dos pares de bombas gemelas que impulsan el agua enfriada a través del sistema hidráulico de frío hasta las baterías de los climatizadores y los fan-coils.

A continuación, se muestra un listado con los elementos que se deben controlar en la producción de agua fría.

- ☐ Enfriadora 1 y Enfriadora 2.
- ☐ Bomba 1 de retorno del circuito primario de la Enfriadora 1 y Enfriadora 2.
- ☐ Bomba 2 de retorno del circuito primario de la Enfriadora 1 y Enfriadora 2.
- ☐ Sonda de temperatura en impulsión de la Enfriadora 1.
- ☐ Sonda de temperatura en retorno de la Enfriadora 1.
- ☐ Sonda de temperatura en impulsión de la Enfriadora 2.
- ☐ Sonda de temperatura en retorno de la Enfriadora 2.
- ☐ Interruptor de flujo para la detección del agua en la Enfriadora 1.
- ☐ Interruptor de flujo para la detección del agua en la Enfriadora 2.
- ☐ Bomba 1 de impulsión del circuito secundario de frío de los Climatizadores.
- ☐ Bomba 2 de impulsión del circuito secundario de frío de los Climatizadores.
- ☐ Sonda de temperatura en retorno del circuito de frío de los Climatizadores.
- ☐ Bomba 1 de impulsión del circuito secundario de frío de los Fancoils.
- ☐ Bomba 2 de impulsión del circuito secundario de frío de los Fancoils.
- ☐ Sonda de temperatura en retorno del circuito de frío de los Fancoils.
- ☐ Válvula de tres vías para la impulsión de agua fría al circuito de los Fancoils (V3V).
- ☐ Sonda de temperatura en impulsión del circuito de frío de los Fancoils.

En la Figura 8 se representa el esquema hidráulico de control con los elementos enumerados anteriormente que componen la instalación de producción de agua fría.

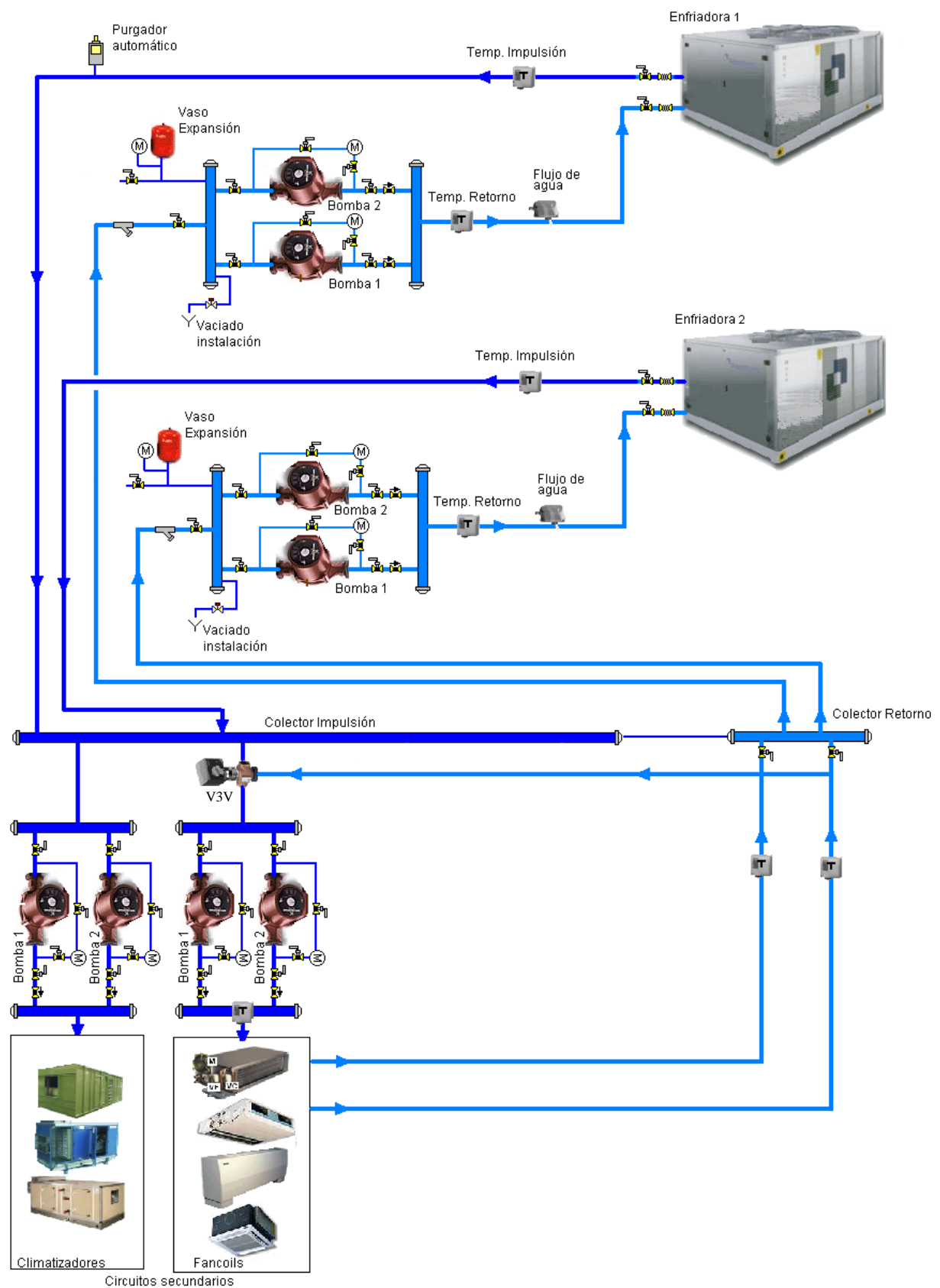


Figura 8: Esquema de principio de la Producción de Frío

2.2 MEMORIA DE FUNCIONAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE FRÍO

En el cuadro eléctrico de fuerza que alimenta los equipos de producción de frío se instalan selectores de 3 posiciones: Manual-0-Automático. Con el selector en posición Manual, los equipos permanecerán en funcionamiento continuamente. Con el selector en posición 0, los equipos estarán parados en modo fuera de servicio. Cuando el selector esté posicionado en modo automático los elementos que componen la instalación de producción de frío serán controlados de forma automática por el sistema de gestión como se muestra en la siguiente memoria de funcionamiento.

2.2.1 Arranque de la producción de frío

Para el arranque de la producción de frío se tendrán en cuenta dos condiciones:

- Temperatura exterior: la temperatura exterior debe ser superior a la temperatura de consigna. Este valor de consigna que puede ser modificado desde el puesto central lo fijamos en 16 °C, por debajo de esta temperatura se entenderá que no es necesario producir agua fría.
- Horario de funcionamiento: debemos estar dentro del horario de ocupación del edificio para que se proceda al arranque de la producción de frío. Al tratarse de un edificio de oficinas se habilita el horario de funcionamiento de 6:30 h-20:00 h de Lunes a Viernes.

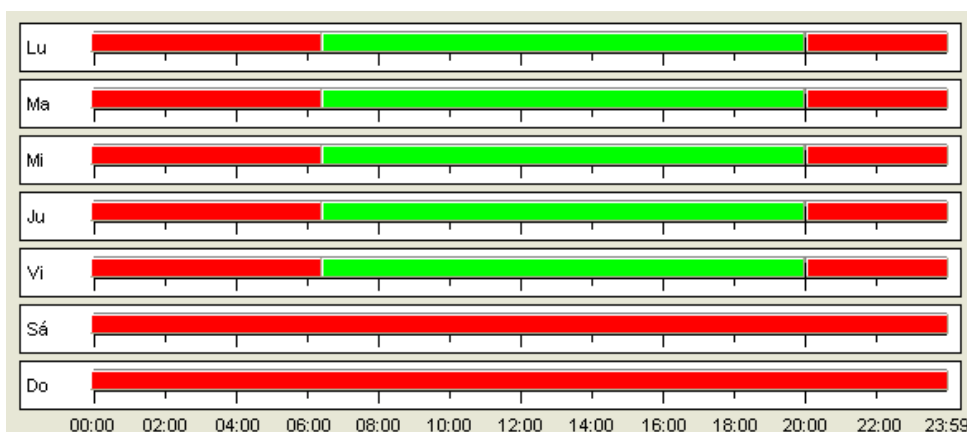


Figura 9: Horario de funcionamiento de la Producción de Frío

Con estas dos premisas contrastadas los equipos serán controlados por el sistema de gestión en función de la temperatura de retorno, según se describe a continuación:

1.- Se selecciona la enfriadora que debe arrancar por programa, en función del número de horas de funcionamiento.

2.- Se procede a la puesta en marcha de una de las dos bombas primarias de circulación de agua de la enfriadora seleccionada. La selección de la bomba a arrancar se realiza mediante rotación, de forma que las dos bombas tengan las mismas horas de funcionamiento. En caso de fallo de estado de la bomba seleccionada se realizará de forma automática el cambio a la segunda bomba, generando la alarma correspondiente.

3.- Transcurridos 60 segundos, con el estado confirmado de marcha de alguna de las bombas y detectado caudal de agua en la tubería, mediante el detector de flujo instalado en el circuito de retorno de agua fría, se da la orden de marcha o arranque a la enfriadora. Si la señal de orden de marcha no coincide con la señal de estado de la enfriadora, o si ésta muestra anomalía de funcionamiento, se procederá al arranque automático de la segunda enfriadora mostrando de forma visible en el sistema la señal de alarma de la enfriadora correspondiente.

4.- Si transcurridos más de 15 minutos la temperatura de retorno de la enfriadora es superior a 12 °C se procederá al arranque de la segunda enfriadora, en función de apoyo a la primera. La secuencia de arranque será idéntica a la descrita anteriormente: primeramente se procede a dar la orden de marcha a una de las bombas de circulación y una vez transcurridos 60 segundos con el estado de marcha confirmado y detectado caudal de agua en la tubería se procede a poner en funcionamiento la segunda enfriadora.

5.- La parada de la segunda enfriadora de apoyo se realizará cuando la temperatura de retorno de la misma sea inferior a 10 °C.

En la Figura 10, se representa la secuencia de las 2 enfriadoras en función de la desviación de la temperatura de retorno. Se observa que si estando la Enfriadora 1 funcionando la temperatura de retorno baja por debajo de 12 °C, automáticamente se pone en funcionamiento la Enfriadora 2 que permanecerá funcionando hasta que la temperatura de retorno alcance los 10 °C.

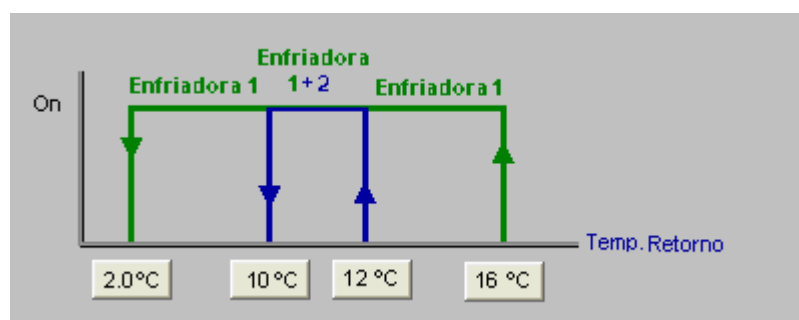


Figura 10: Secuencia de funcionamiento de las enfriadoras

Si estando la producción de agua fría parada se detecta que la temperatura en el exterior es de 0 °C, se procede al arranque del sistema antihielo evitando así la posibilidad de que los equipos sufran daños por heladas. Este sistema consiste en programar el arranque automático de una de las bombas de circulación de cada una de las enfriadoras. La instalación volverá a su estado de reposo si la temperatura exterior supera el valor de 3 °C.

2.2.2 Arranque de los circuitos secundarios de la producción de frío

El arranque de las bombas de circulación de agua de los circuitos secundarios que impulsan el agua fría a los fancoils y climatizadores, se gestionará mediante horarios independientes pero vinculados al funcionamiento de las enfriadoras y a un punto de consigna de temperatura. Si la temperatura que muestra la sonda situada en el retorno de cada circuito es inferior a la consigna se entiende que no es necesario poner en marcha el circuito secundario (Véase Figura 11).

Al igual que en las bombas de primario, se programan rotaciones de forma que todas las bombas trabajen las mismas horas de funcionamiento.

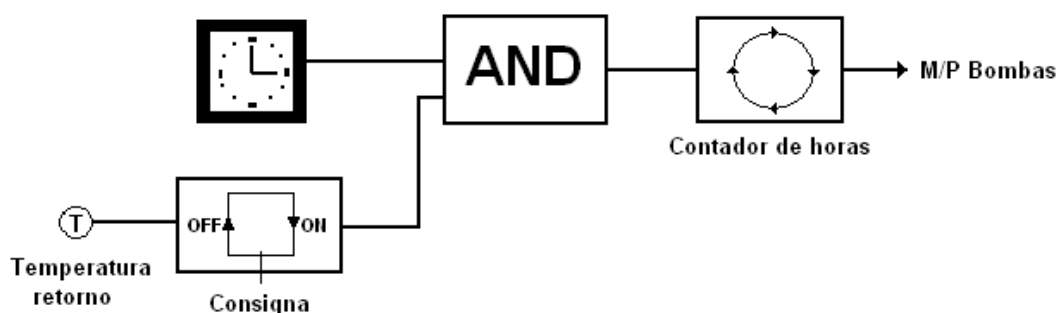


Figura 11: Funcionamiento de los circuitos secundarios para la producción de frío

2.2.3 Parada de la producción de frío

Se procederá al paro de la producción de agua fría una vez finalizado el periodo de la habilitación del horario mediante la siguiente secuencia:

- 1.- Se da orden de paro a las enfriadoras que estén funcionando.
- 2.- Trascurridos 5 minutos se da la orden de paro a las bombas de circulación de los circuitos primarios y secundarios que estén funcionando.

2.3 SEÑALES DE CONTROL DE LA PRODUCCIÓN DE FRÍO

2.3.1 Señales de control de las enfriadoras

A continuación, se describen las señales de control de las dos enfriadoras existentes:

- ❑ **Orden Marcha/Paro** de la enfriadora: mediante la cual indicaremos al control interno de la enfriadora que ésta debe arrancar o parar.
- ❑ **Estado** de la enfriadora: recogeremos en el sistema el estado de funcionamiento de la enfriadora para saber en todo momento si está en régimen de funcionamiento o no y comprobaremos si dicha señal coincide con la orden emitida desde el controlador.
- ❑ **Alarma general** de la enfriadora: mediante esta señal sabremos si existe alguna anomalía en el funcionamiento de la enfriadora.
- ❑ **Interruptor de flujo**: mediante la señal digital que nos facilita el interruptor de flujo sabremos si existe paso de agua por la tubería. Será imprescindible la detección de agua en la tubería para dar permiso de marcha a la enfriadora y a las bombas del circuito primario.
- ❑ **Temperatura de entrada/salida** de la enfriadora: por medio de dos sondas de inmersión instaladas en las tuberías de entrada y salida a la enfriadora podremos visualizar en el sistema dichas temperaturas y regular el arranque o paro de la enfriadora.

En la siguiente Figura 12 se muestra el esquema hidráulico con las señales de control de una de las enfriadoras junto con las bombas del circuito primario de frío. Como se puede apreciar en la figura el número total de señales a controlar es de 12, siendo: 2 entradas analógicas pasivas (EAP), 7 entradas digitales (ED) y 3 salidas digitales (SD). Recordando que la producción de agua fría cuenta con 2 enfriadoras el número total de señales del circuito primario de producción de frío será de 24.

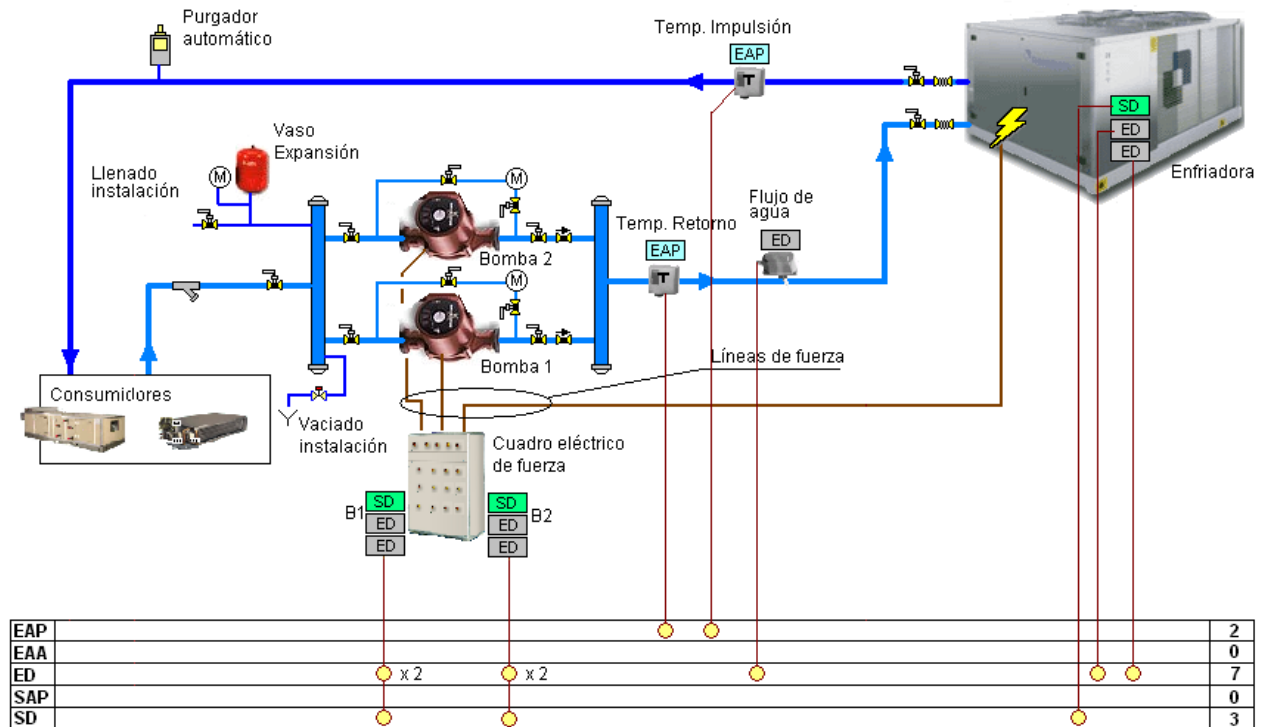


Figura 12: Señales de control de la enfriadora

2.3.2 Señales de control de las bombas de circulación de agua fría

Las señales de control de las bombas de circulación tanto del circuito de retorno de las enfriadoras como de los circuitos secundarios de distribución de agua fría a los climatizadores y fancoils, son las siguientes:

- ❑ **Orden Marcha/Paro** de las bombas: por medio de esta señal digital las bombas entrarán en funcionamiento o pararán. (1=Bomba ON y 0=Bomba OFF).
- ❑ **Estados** de las bombas: mediante el cual sabremos si realmente las bombas se encuentran paradas o funcionando.
- ❑ **Alarma de disparo del térmico:** si se produce el disparo del relé térmico de cualquiera de las bombas, se visualizará en el sistema una señal de alarma. Esta señal permanecerá activada hasta que se produzca el rearme del relé y la bomba vuelva a su estado de funcionamiento normal.

En la siguiente Figura 13, se muestra el esquema con las señales de control de dos bombas de circulación gemelas montadas en paralelo. El montaje en paralelo permite que en caso de fallo de una de las bombas la otra pueda funcionar en reserva mientras se sustituye o repara la averiada. Como se puede apreciar en la figura el número total de señales a controlar es de 6, siendo: 4 entradas digitales (ED) y 2 salidas digitales (SD).

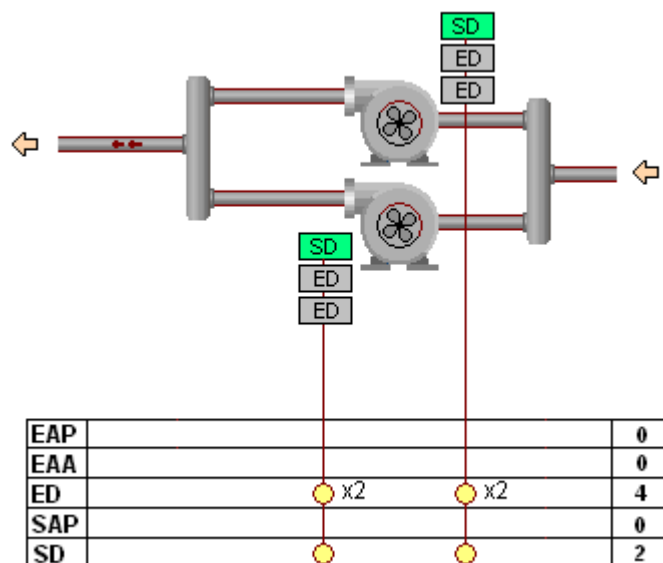


Figura 13: Señales de control de las bombas de circulación de agua fría

2.3.3 Señales de control de los circuitos consumidores de agua fría

Los circuitos consumidores de agua fría que abastecen a los fancoils y climatizadores, conllevan la instalación de una sonda de temperatura en la tubería de retorno, para poder conocer en todo momento la temperatura del agua circulante. Además es necesario controlar las bombas de circulación con las señales descritas en el apartado anterior (Orden Marcha/Paro, estado y alarma de disparo del térmico).

Los fancoils cuentan con un rango de temperatura de trabajo inferior a los climatizadores; por ello en el circuito de impulsión del agua a los fancoils es necesario instalar una sonda de temperatura y una válvula de tres vías. Mediante esta válvula regularemos que la temperatura del agua que llega a los fancoils no esté por debajo de 7 °C, consiguiendo así el máximo rendimiento del equipo.



Capítulo 3: La Producción de Agua Caliente y Agua Caliente Sanitaria

En el *presente capítulo* se propone exponer y describir las instalaciones que componen la producción de agua caliente y la producción de Agua Caliente Sanitaria (A.C.S.) destinada al consumo del edificio. Para ello, primeramente se muestra el esquema de principio con los elementos que intervienen, para posteriormente detallar la memoria de funcionamiento y las señales de control a implementar en el *Sistema de Gestión Centralizado*.

3.1 PRODUCCIÓN DE CALOR

3.1.1 Elementos que componen la producción de calor

El sistema de producción de calor con el que cuenta el edificio está formado por dos calderas que elevan la temperatura del agua. Cada una de ellas tiene un par de bombas que permiten la circulación del agua hasta el circuito secundario. En el circuito secundario hay tres pares de bombas gemelas que se encargan de distribuir el agua a los radiadores, a las baterías de climatizadores y a los fancoils.

A continuación, se muestra un listado con los elementos que se deben controlar de la producción de agua caliente, los cuales se representan en el esquema hidráulico de control relacionado con la producción de agua caliente (Véase la Figura 14).

- ☐ Caldera 1 y Caldera 2.
- ☐ Bomba 1 de retorno del circuito primario de la Caldera 1 y Caldera 2.
- ☐ Bomba 2 de retorno del circuito primario de la Caldera 1 y Caldera 2.
- ☐ Sonda de temperatura en impulsión de la Caldera 1.
- ☐ Sonda de temperatura en retorno de la Caldera 1.
- ☐ Sonda de temperatura en impulsión de la Caldera 2.
- ☐ Sonda de temperatura en impulsión de la Caldera 2.
- ☐ Interruptor de flujo para la detección de agua en la Caldera 1.
- ☐ Interruptor de flujo para la detección de agua en la Caldera 2.
- ☐ Bomba 1 de impulsión del circuito secundario de calor de los Climatizadores.
- ☐ Bomba 2 de impulsión del circuito secundario de calor de los Climatizadores.
- ☐ Bomba 1 de impulsión del circuito secundario de calor de los Fancoils.
- ☐ Bomba 2 de impulsión del circuito secundario de calor de los Fancoils.
- ☐ Bomba 1 de impulsión del circuito secundario de calor de los Radiadores.
- ☐ Bomba 2 de impulsión del circuito secundario de calor de los Radiadores.
- ☐ Sonda de temperatura en impulsión del circuito de calor de los Fancoils.
- ☐ Sonda de temperatura en impulsión del circuito de calor de los Radiadores.
- ☐ Sonda de temperatura en retorno del circuito de calor de los Climatizadores.
- ☐ Sonda de temperatura en retorno del circuito de calor de los Fancoils.
- ☐ Sonda de temperatura en retorno del circuito de calor de los Radiadores.
- ☐ Válvula de tres vías del circuito de impulsión de calor a los Fancoils (V3V Fancoils).

- ❑ Válvula de tres vías del circuito de impulsión de calor a los Radiadores (V3V Radiadores).

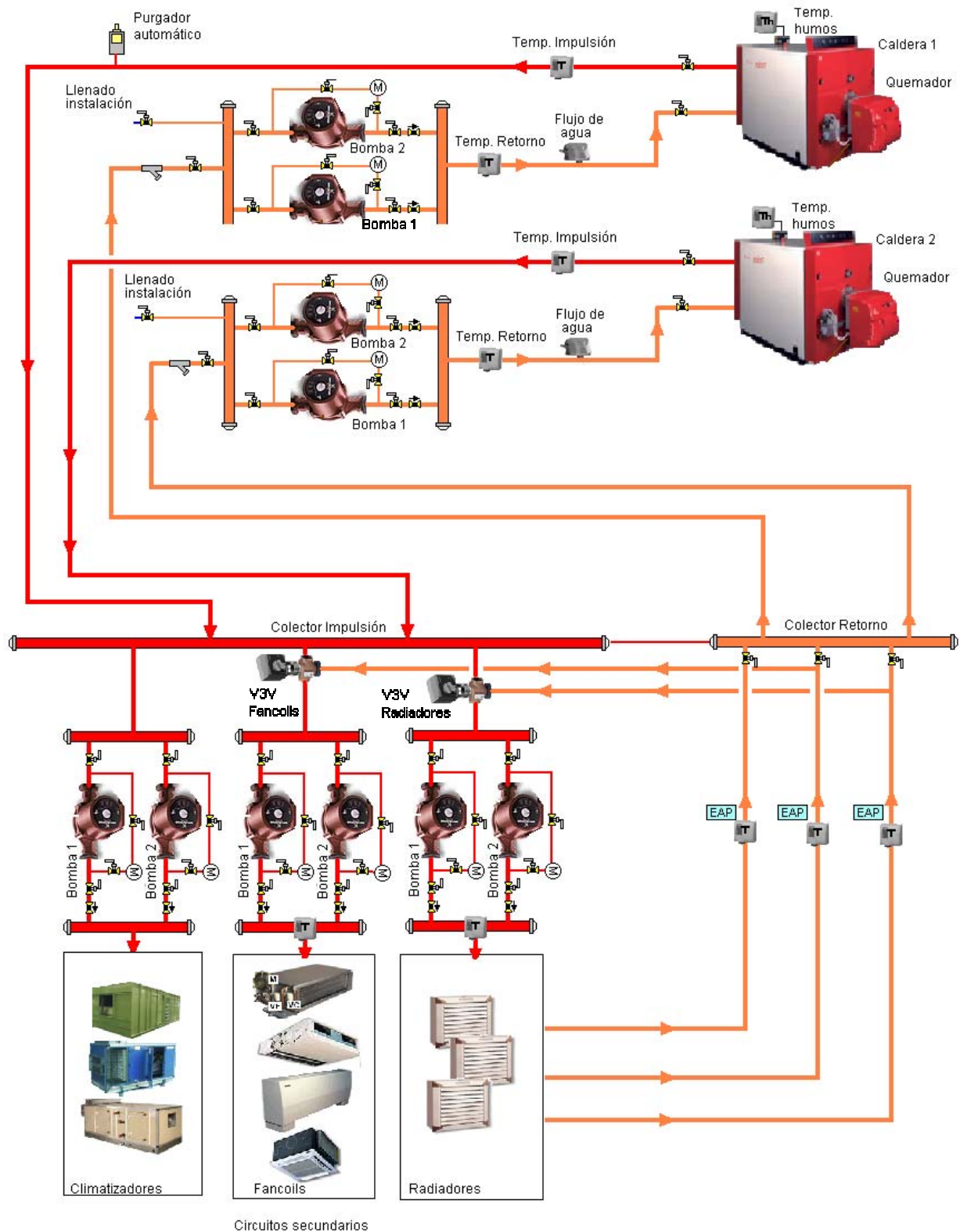


Figura 14: Esquema de principio de la Producción de Agua Caliente

3.1.2 Memoria de funcionamiento de la producción de calor

En esta sección describiremos cómo se realiza el control de los equipos de calefacción y de los circuitos de agua caliente.

Cuando los interruptores del cuadro eléctrico correspondiente estén posicionados en modo automático (Auto) los equipos que componen la instalación de producción de calor serán controlados de forma automática por el sistema de gestión.

3.1.2.1 Arranque de la producción de calor

La producción de calor entrará en funcionamiento cuando la temperatura exterior esté por debajo de 15 °C, valor de consigna modificable, y además nos encontremos dentro del horario de ocupación del edificio (Véase Figura 15).

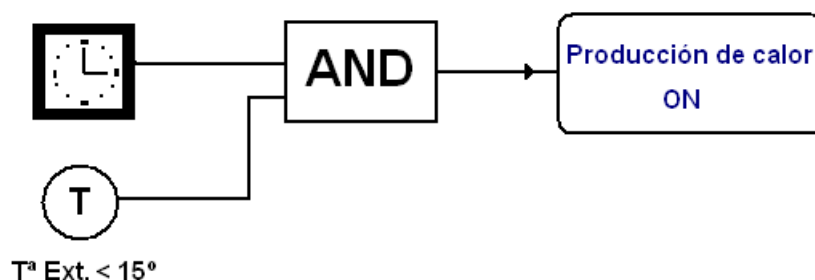


Figura 15: Arranque de la Producción de Calor

A continuación, se describe la secuencia de funcionamiento para la producción de calor:

1º. Se selecciona la caldera que debe arrancar por programa, en función del número de horas de funcionamiento.

2º. Se procederá a la puesta en marcha de una de las dos bombas de circulación de agua en primario de la caldera seleccionada. La selección de la bomba a arrancar se realiza mediante rotación de forma que las dos bombas tengan las mismas horas de funcionamiento. En caso de fallo de estado de la bomba seleccionada se realizará de forma automática el cambio a la otra bomba, generando la alarma correspondiente.

3º. Transcurridos 60 segundos, con el estado confirmado de marcha de alguna de las bombas y detectado caudal de agua en la tubería, mediante el detector de flujo instalado en el circuito de agua caliente correspondiente, se da la orden de marcha o arranque a la caldera. En caso de fallo

de la señal de estado de la caldera, o si ésta presenta alarma, se realizará el cambio automático a la otra caldera, generando la alarma correspondiente.

4°. Si transcurridos más de 10 minutos la temperatura del circuito de retorno de la caldera es inferior a 80 °C se procederá al arranque de la segunda caldera, en función de apoyo de la primera, la secuencia de arranque será idéntica a la descrita anteriormente: primeramente se procede a dar la orden de marcha a una de las bombas de circulación y una vez transcurridos 60 segundos con el estado de marcha confirmado y detectado caudal de agua en la tubería se procede a poner en funcionamiento la segunda caldera.

5°. La parada de la segunda caldera de apoyo se realizará cuando la temperatura de retorno de la misma sea superior a 90 °C.

Cada caldera dispone de una sonda de temperatura situada en la chimenea, dicha sonda informa sobre la temperatura del humo de salida de la caldera y sirve como indicativo de la óptima combustión del quemador. Si la temperatura que recoge la sonda sobrepasa los 240 °C, automáticamente el sistema genera una alarma, ordenando el paro de la caldera correspondiente y el arranque de la otra caldera.

3.1.2.2 Arranque de los circuitos secundarios de la producción de calor

La orden de arranque a las bombas de circulación de agua de los circuitos secundarios que impulsan el agua a fancoils, climatizadores y radiadores, se realizará mediante un horario independiente para cada circuito pero vinculados al funcionamiento de las calderas y a la consigna de la temperatura de retorno. Al igual que en las bombas de primario se programan rotaciones de forma que las bombas gemelas trabajen las mismas horas de funcionamiento.

3.1.2.3 Parada de la producción de calor

La parada de la producción de agua caliente se realiza una vez finalizado el horario habilitado para su funcionamiento. Para ello, primeramente se dará la orden de paro a las calderas que se encuentren activas y transcurridos 5 minutos se procederá al paro de las bombas de circulación de los circuitos de primario y secundario que estén funcionando quedando la instalación en situación de reposo.

3.1.3 Señales de control de la producción de calor

3.1.3.1 Señales de control de las calderas

A continuación, se describen las señales de control de las dos calderas existentes:

- ❑ **Orden Marcha/Paro** del quemador de la caldera: mediante la cual indicaremos al control interno de la caldera si ésta debe arrancar o parar.
- ❑ **Estado** del quemador de la caldera: recogemos en el sistema el estado de funcionamiento de la caldera para saber en todo momento si está en régimen de funcionamiento o no y comprobaremos si dicha señal coincide con la orden emitida desde el controlador.
- ❑ **Alarma general** del quemador de la caldera: mediante esta señal sabremos si existe alguna anomalía en el correcto funcionamiento de la caldera.
- ❑ **Interruptor de flujo:** mediante la señal digital que nos facilita el interruptor de flujo sabremos si existe paso de agua por la tubería. Esta señal está directamente asociada con la orden de marcha de la caldera y de las bombas del circuito primario ya que si el interruptor de flujo no detecta agua en la tubería se impedirá el arranque de la caldera y de las bombas correspondientes con lo que el sistema mostrará el fallo mediante una alarma.
- ❑ **Temperatura del humo** de la caldera: por medio de una sonda de temperatura instalada en la salida de humos de la caldera se podrá saber la temperatura del humo y en caso de que ésta supere un cierto valor, el sistema dará una señal de alarma y dará orden a la caldera para que ésta pare.
- ❑ **Temperatura de entrada/salida** de la caldera: por medio de dos sondas de inmersión colocadas en las tuberías de entrada y salida a la caldera podremos visualizar en el sistema dichas temperaturas y regular el arranque o paro de la caldera.

En la siguiente Figura 16 se muestra el esquema hidráulico con las señales de control de una de las calderas junto con las bombas del circuito primario de calor. Como se puede apreciar en la figura el número total de señales a controlar es de 13, siendo: 2 entradas analógicas pasivas (EAA), 1 entrada analógica activa (EAP), 7 entradas digitales (ED) y 3 salidas digitales (SD),

recordando que la producción de agua caliente cuenta con 2 calderas el número total de señales del circuito primario de producción de calor será de 26.

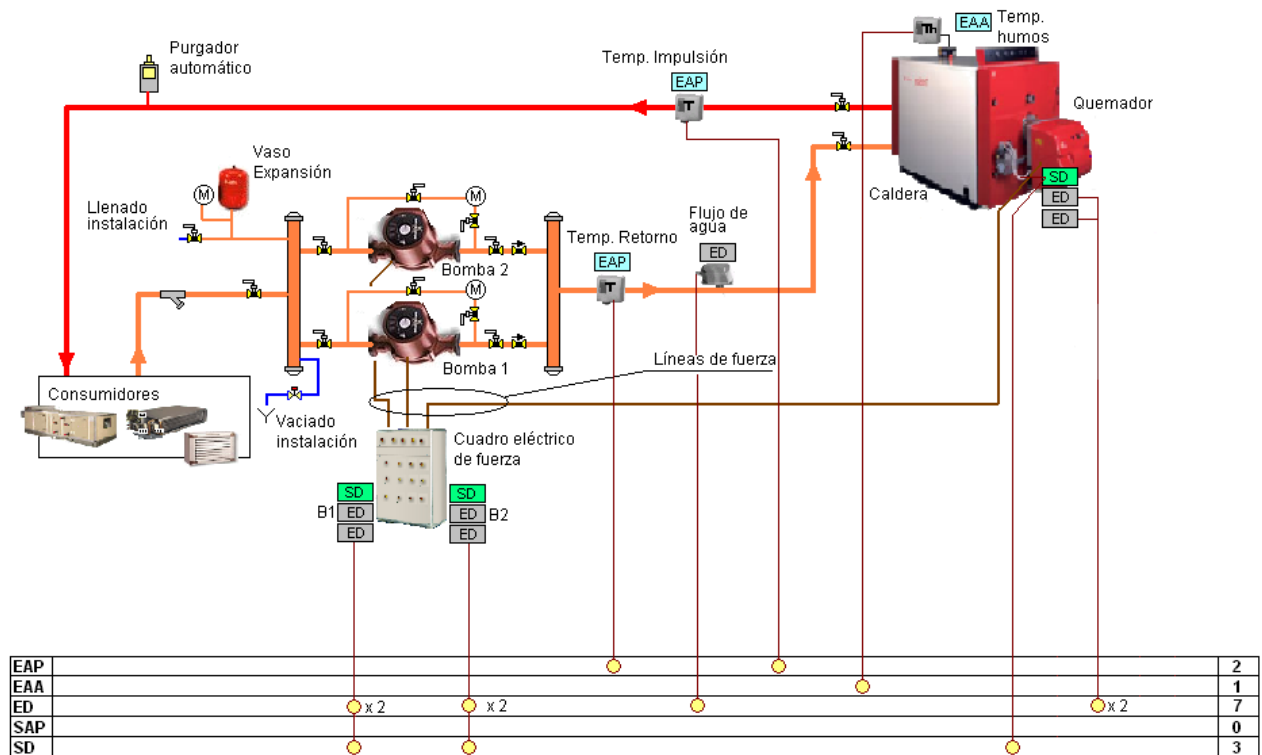


Figura 16: Señales de control de la caldera

3.1.3.2 Señales de control de las bombas de circulación de agua caliente

De las bombas de circulación tanto del circuito de retorno como de los circuitos de distribución de agua caliente de climatizadores, fancoils y radiadores se recogen las siguientes señales:

- ❑ **Orden Marcha/Paro** de las bombas, para indicarle a éstas que debe arrancar o parar.
- ❑ **Estado** de las bombas: mediante el cual sabremos si realmente las bombas encuentran paradas o en funcionando.
- ❑ **Alarma de disparo del térmico:** si se produce el disparo del relé térmico de cualquiera de las bombas, se visualizará en el sistema una señal de alarma. Esta señal permanecerá activada hasta que se produzca el rearme del relé y la bomba vuelva a su estado de funcionamiento normal.

3.1.3.3 Señales de control de los circuitos consumidores de agua caliente

En los circuitos consumidores de agua caliente que abastecen a los fancoils, climatizadores y radiadores además de controlar las bombas de circulación con las señales descritas en el apartado anterior (Orden Marcha/Paro, estado y alarma de disparo del térmico), se instala una sonda de temperatura en el retorno para así saber en todo momento la temperatura del agua que está circulando.

En los circuitos de fancoils y radiadores también es necesario instalar una válvula de tres vías con la que regularemos la temperatura del agua de impulsión, limitando así que el agua no llegue por encima de 70 °C puesto que estos como no ocurre con los climatizadores cuentan con un intervalo de la temperatura de trabajo más estrecho.

En la siguiente Figura 17, se representan las señales para el control del circuito que suministra el agua a los fancoils. Hay un total de 9 señales:

- 2 Entradas Analógicas Pasivas (EAP): Temperatura de impulsión y temperatura de retorno.
- 4 Entradas Digitales (ED): Estado y alarma de cada bomba.
- 1 Salida Analógica Proporcional (SAP): Válvula de tres vías de los Fancoils (V3V Fancoils).
- 2 Salidas Digitales (SD): Orden de Marcha/Paro de cada bomba.

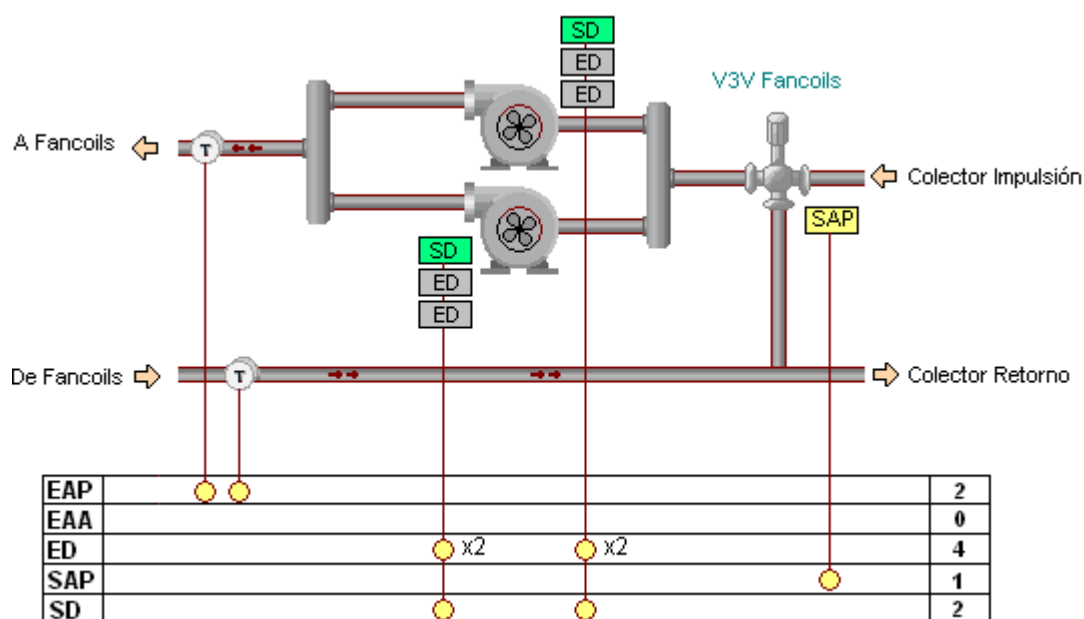


Figura 17: Señales de control de las bombas del circuito secundario de los fancoils

3.2 PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA (A.C.S.)

El Agua Caliente Sanitaria o A.C.S., es el agua que se utiliza para el consumo humano tanto en los aseos como en el restaurante y la cafetería. Su producción procede de dos fuentes de energía, por un lado la instalación cuenta con paneles solares térmicos los cuales producen agua caliente por medio de energía solar y por otro lado se dispone de una caldera de gas que servirá de apoyo en caso de que el aporte de calor procedente de los paneles no sea suficiente para abastecer la demanda en momentos puntuales.

3.2.1 Elementos que componen la producción de agua caliente sanitaria

La producción de A.C.S. cuenta con dos depósitos acumuladores de 1.200 litros que permiten que los usuarios dispongan de A.C.S. inmediatamente sea demandada. En el primer depósito, al cual denominaremos depósito acumulador 1, se almacena el A.C.S. generada por los paneles solares, mientras que en el segundo depósito, depósito acumulador 2, se almacena el agua caliente que proviene tanto de la caldera de A.C.S. como del deposito acumulador 1.

A continuación en la Figura 18, se representa el esquema hidráulico de control relacionado con la producción de agua caliente sanitaria.

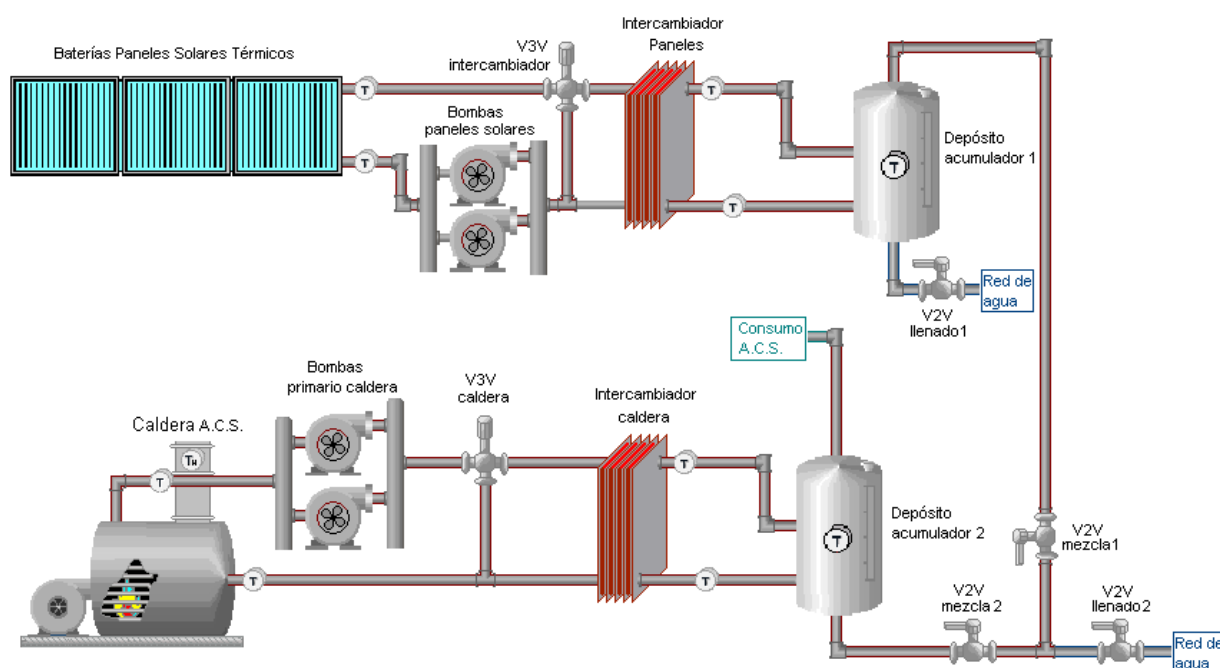


Figura 18: Producción de A.C.S.



Los elementos que se deben controlar de la producción de agua caliente sanitaria (A.C.S.) y que aparecen indicados en la Figura 18 son los siguientes:

- ❑ Paneles solares térmicos.
- ❑ Caldera de A.C.S.
- ❑ Bombas de circulación del circuito primario de la Caldera de A.C.S.
- ❑ Sonda de temperatura en impulsión de la Caldera de A.C.S.
- ❑ Sonda de temperatura en retorno de la Caldera de A.C.S.
- ❑ Válvula de tres vías regulación de la Caldera de A.C.S. (V3V caldera).
- ❑ Sondas de temperatura en el circuito secundario del intercambiador de la Caldera.
- ❑ Depósito acumulador 1.
- ❑ Válvula de dos vías para el llenado del depósito acumulador 1 (V2V llenado 1).
- ❑ Depósito acumulador 2.
- ❑ Válvula de dos vías para el llenado del depósito acumulador 2 (V2V llenado 2).
- ❑ Sonda de temperatura en la impulsión de los paneles solares.
- ❑ Sonda de temperatura en el retorno de los paneles solares.
- ❑ Bombas de circulación de los paneles solares.
- ❑ Válvula de tres vías del intercambiador de los paneles solares (V3V intercambiador).
- ❑ Sondas temperatura en el circuito secundario del intercambiador de los paneles.
- ❑ Válvula de dos vías para mezclar el agua del depósito 1 (V2V mezcla 1).
- ❑ Válvula de dos vías para mezclar el agua del depósito 2 (V2V mezcla 2).

3.2.2 Memoria de funcionamiento de la producción de agua caliente sanitaria

Para la puesta en marcha del sistema de producción de agua caliente sanitaria se tendrá en cuenta que la temperatura de los depósitos acumuladores no esté nunca por debajo de 50 °C ya que ésta es la temperatura mínima a la que se puede almacenar el agua caliente para consumo humano según se indica en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE) [6] de obligado cumplimiento. Por ello cuando la temperatura de los depósitos sea inferior a 50 °C se procederá a poner en funcionamiento la producción de A.C.S. de la siguiente manera:



3. LA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE Y AGUA CALIENTE SANITARIA

Primero se dará la orden de arranque a una de las dos bombas de los paneles solares (la que corresponda por rotación en función del número de horas de funcionamiento) permaneciendo la otra en reserva. Contrastado el estado de esta bomba se procederá a la regulación de la temperatura en el interior del depósito acumulador 2 mediante la válvula de tres vías situada a la entrada del intercambiador de agua. Si al cabo de unos cuatro o cinco minutos la temperatura en este depósito no ha alcanzado los 55 °C se procederá al arranque de la caldera de Agua Caliente Sanitaria (A.C.S.) dando primeramente la orden de arranque a la bomba del secundario y a la bomba de agua primaria para posteriormente dar la orden de marcha a la caldera.

Para controlar el nivel de agua en los depósitos acumuladores se instalan dos sensores de nivel de agua por depósito. El primero mostrará una señal de alarma cuando el nivel de agua del depósito sea inferior al 10 % de su capacidad (alarma de nivel mínimo) y dará orden a la válvula de llenado para que ésta abra y deje pasar el agua. El segundo detector de nivel indicará que el depósito está a una capacidad del 95 % y dará la orden de cierre a la válvula de llenado del depósito.

El sistema contará con dispositivos para la prevención y control de legionelosis cumpliendo con el *Real Decreto* 865/2003 de 4 de Julio sobre criterios higiénico-sanitarios [7]. Como medida preventiva para el crecimiento de la bacteria mensualmente se procederá a la desinfección de la instalación de A.C.S. El proceso consistirá en aumentar la temperatura del agua hasta los 70 °C durante al menos 10 minutos una vez alcanzado el régimen de temperatura.

En la Figura 19 se muestra una comparativa del comportamiento de la bacteria frente a la temperatura en diferentes instalaciones térmicas, donde se puede observar que la bacteria se presenta activa entre los 20 y los 45 °C.

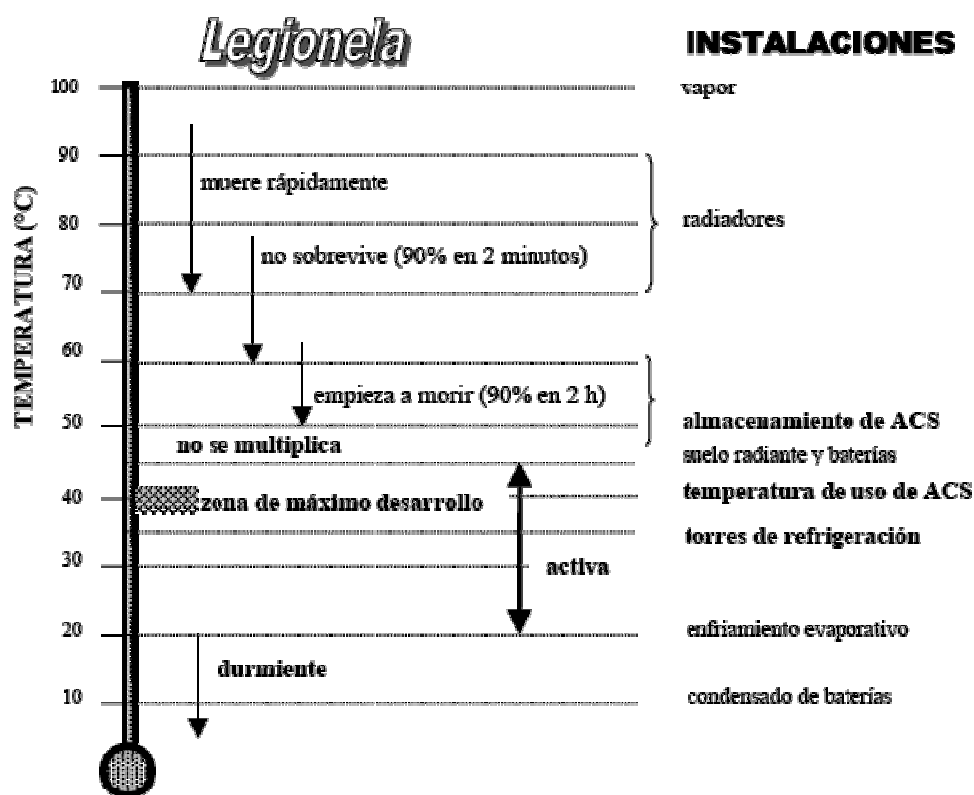


Figura 19: Comportamiento de la bacteria de la Legionella

3.2.3 Señales de control para la producción de agua caliente sanitaria

En la Figura 20 se muestra el esquema hidráulico con las señales necesarias para el control de todo el circuito de A.C.S. incluyendo el circuito primario y el secundario. Nótese que las señales para el control de la caldera de A.C.S. y las señales de las bombas de circulación son similares a las descritas en los apartados 3.1.3.1 y 3.1.3.2 respectivamente, siendo el número total de señales a recoger por los controladores 40, entre las cuales hay:

- 10 Entradas Analógicas Pasivas (EAP).
- 1 Entrada Analógica Activa (EAA).
- 18 Entradas Digitales (ED).
- 2 Salidas Analógicas Proporcionales (SAP).
- 9 Salidas Digitales (SD).

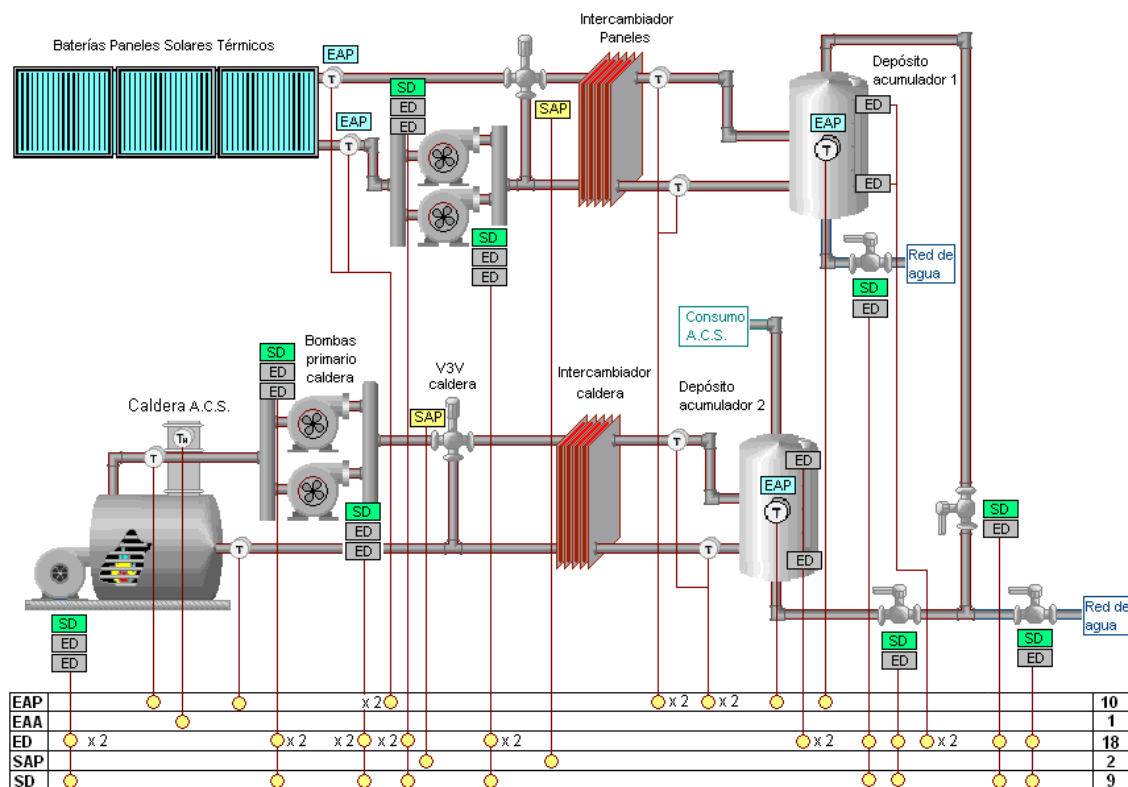


Figura 20: Señales de control para la Producción de A.C.S.



Capítulo 4: Unidades de Tratamiento del Aire y Ventilación

En el *presente capítulo* se exponen y describen las Unidades de Tratamiento del Aire (U.T.A.), los fancoils y el sistema de ventilación con el que cuenta el edificio.

4.1 CLIMATIZADORES

Para garantizar la renovación del aire y con ello cumplir con el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) la instalación cuenta con 6 climatizadores instalados en la planta cubierta que se encargan de tratar y acondicionar el aire.

Los climatizadores o U.T.A.S. (Unidades de Tratamiento del Aire) son equipos destinados al acondicionamiento del aire para la climatización de locales o espacios cerrados. Están formados por diferentes secciones entre las que destacan:

- ❑ **La sección de entrada** o toma de aire exterior: está formada por filtros de aire y un ventilador que impulsa el aire a través del climatizador.
- ❑ **La sección de acondicionamiento del aire:** está formada por las baterías de calor y de frío. En esta sección el aire es tratado para conseguir un aumento o una disminución de su temperatura. Estas baterías se alimentan por medio de agua fría o de agua caliente en función de la demanda y al pasar el aire por ellas éste modifica su temperatura.
- ❑ **La sección de salida:** consta principalmente de un ventilador de extracción cuya misión es extraer el aire del espacio aclimatar.

Cabe distinguir la existencia de dos tipos de climatizadores en esta instalación, climatizadores de aire primario y climatizadores de aire con free-cooling. A continuación se explica cada uno de ellos.

4.1.1 Climatizadores de aire primario

El edificio cuenta con 3 climatizadores de aire primario y volumen de aire constante. Todos ellos disponen de circuitos independientes para el aporte de aire frío y de aire caliente así como ventiladores de impulsión y de retorno. Estos climatizadores aunque están ubicados en la planta cubierta, se encargan de acondicionar: el vestíbulo de entrada situado en la planta baja, la cafetería y el restaurante.

En la siguiente Figura 21, se muestra un esquema de los climatizadores de aire primario, sin incluir el ventilador de retorno, donde se puede ver los elementos que hay que recoger en el sistema de gestión centralizado para poder controlar el climatizador. Estos elementos son: el ventilador de impulsión (1), la sonda de la temperatura del aire (2), el presostato que muestra el estado del filtro (3), las válvulas de tres vías de las baterías de calor (4) y de frío (5) que regulan el caudal de agua y el presostato de caudal de aire (6).

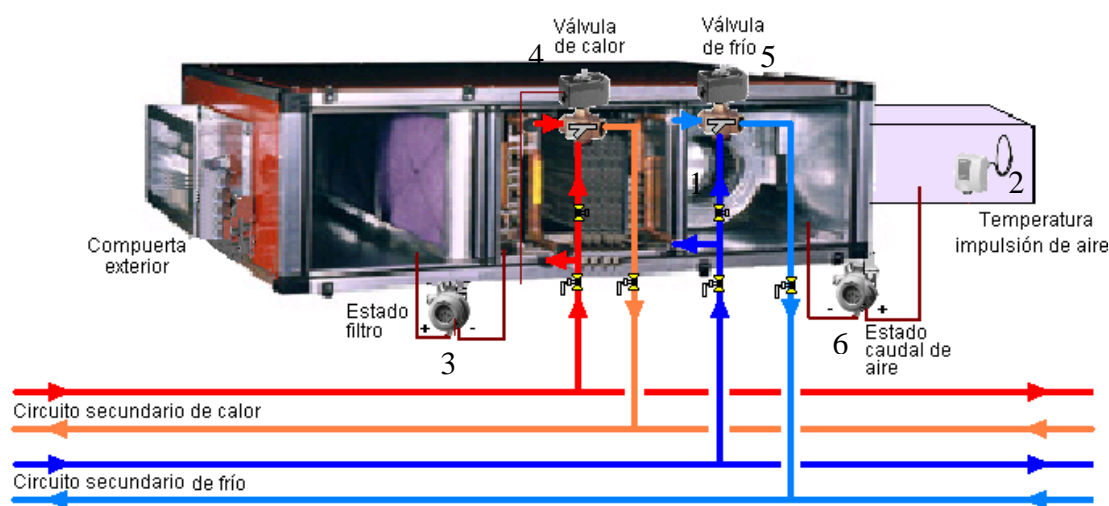


Figura 21: Esquema de principio de los climatizadores de aire primario

4.1.1.1 Memoria de funcionamiento de los climatizadores de aire primario

Los climatizadores de aire primario utilizan únicamente aporte de aire exterior, de ahí que se le de el nombre de climatizadores de aire primario. Al igual que el resto de la instalación están preparados para la producción de calor y frío simultáneamente, es decir, son climatizadores a 4 tubos, al estar dotados de baterías independientes para el enfriamiento y el calentamiento.

A continuación, se describe el régimen del control de los tres climatizadores de aire primario que componen la instalación cuando los selectores del cuadro de fuerza están en modo automático y nos encontramos dentro del horario de funcionamiento programado:

- Primeramente, se procede a la puesta en marcha del ventilador de extracción a través de los contactos correspondientes. En cuanto el sistema haya recibido la confirmación de que dicho ventilador está en marcha, mediante el presostato instalado en el conducto de extracción, se

dará la orden de marcha al ventilador de impulsión. Cuando la orden de marcha/paro no coincide con el estado de funcionamiento del ventilador, se genera una alarma en el sistema de gestión.

- La regulación de la temperatura se realiza mediante un regulador en secuencia, con la temperatura de impulsión como referencia. El regulador funciona con dos consignas de temperatura entre las que se debe mantener la temperatura ambiente. La primera etapa se rige por la consigna de calor y controla la batería de calor para calefacción. La segunda etapa controla la batería de frío para refrigeración según la consigna de frío (Véase Figura 22).

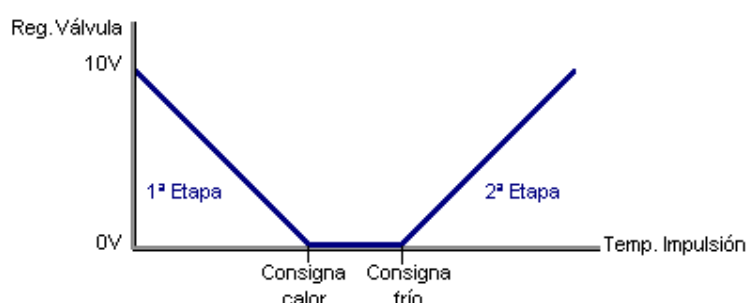


Figura 22: Regulación de la temperatura de los climatizadores de aire primario

Cuando la temperatura de impulsión desciende por debajo de la consigna de calor actúa la 1ª Etapa abriendo proporcionalmente la válvula de la batería de calor. La 2ª Etapa entra en funcionamiento cuando la temperatura supera el valor de la consigna de frío. En la Tabla I, se muestran los valores de consigna prefijados de cada etapa.

REGULACIÓN TEMPERATURA	Consigna Calor	21 °C
	Consigna Frío	23 °C

Tabla I: Consignas para la regulación de la temperatura en los climatizadores

- Se controla el nivel de suciedad de los filtros a través de un presostato, que dará una alarma si la pérdida de carga es superior a la de consigna.
- Para parar el climatizador, se cerrarán las válvulas de regulación de las baterías de frío y calor y a continuación se desconectarán los ventiladores de impulsión y retorno.



- ❑ Durante periodos fuera del horario normal de funcionamiento del edificio, cuando la temperatura exterior baje por debajo de un punto de consigna, la cual fijaremos en 4 °C, se pondrá en marcha un programa de anticongelación de las tuberías para evitar que éstas puedan dañarse. Dicho programa consiste en programar las siguientes tareas:
 - Primeramente, se abrirán las válvulas de tres vías de agua caliente de los climatizadores y se pondrá en marcha una de las bombas de agua caliente. Si la temperatura del agua de retorno baja por debajo de 10 °C se pondrá en marcha una de las calderas hasta que la temperatura de retorno llegue a 70 °C.
 - Igualmente se abrirán las válvulas de agua fría y se pondrán en marcha las bombas de agua fría.

4.1.1.2 Señales de control de los climatizadores de aire primario

A continuación, se detallan las señales necesarias para el control de los climatizadores de aire primario:

- ❑ **Orden Marcha/Paro** del ventilador de impulsión: mediante esta señal se indica al ventilador cuando debe arrancar y cuando parar.
- ❑ **Estado del caudal de aire** del ventilador de impulsión: mediante la instalación de un presostato en el conducto del ventilador de impulsión se detecta la presencia o ausencia de caudal permitiendo la comprobación del estado marcha o paro del ventilador. El sistema bloqueará cualquier regulación sobre el climatizador mientras no se detecte flujo de caudal de aire en el conducto de impulsión.
- ❑ **Alarma de funcionamiento** del ventilador de impulsión: esta alarma se visualiza en el sistema cuando existe discrepancia entre la orden marcha o paro del ventilador y la presencia o ausencia de caudal de aire. En caso de activarse esta alarma se producirá una parada de la secuencia de control hasta detectar una situación normal.
- ❑ **Orden Marcha/Paro** del ventilador de retorno: mediante esta señal se indica al ventilador cuando debe arrancar y cuando parar.

- ❑ **Estado del caudal de aire** del ventilador de retorno: mediante la instalación de un presostato en el conducto del ventilador de retorno se detecta la presencia o ausencia de caudal permitiendo la comprobación del estado de marcha o parada del ventilador, el sistema bloqueará cualquier regulación sobre el climatizador mientras no se detecta flujo de caudal de aire en el conducto de retorno.
- ❑ **Alarma de funcionamiento** del ventilador de retorno: esta alarma se visualiza en el sistema cuando existe discrepancia entre la orden marcha o paro del ventilador y la presencia o ausencia de caudal de aire. En caso de activarse esta alarma se producirá una parada de la secuencia de control hasta detectar una situación normal.
- ❑ **Estado del filtro de aspiración:** mediante la instalación de un presostato en el conducto del aire exterior, ubicado entre la entrada y la salida del filtro, se visualiza en el sistema el estado de ensuciamiento del filtro. Cuando exista una caída de presión superior a 100 Pa el presostato cerrará un contacto, el cual nos indicará que hay que sustituir el filtro del aire exterior. En el sistema se visualizará una alarma y la representación del filtro se mostrará en color rojo.
- ❑ **Temperatura de impulsión:** mediante una sonda de temperatura instalada en el conducto de impulsión se podrá saber en todo momento la temperatura del aire que se está impulsando.
- ❑ **Salida de la válvula de la batería de frío:** esta señal regula la válvula de tres vías presente en la batería de frío de los climatizadores. Actúa mediante acción progresiva para el control de la temperatura. Esta acción es directamente proporcional a la demanda de frío, es decir, que cuando la temperatura de impulsión es superior a la temperatura de consigna, la válvula de la batería de frío se abre hasta obtener la temperatura deseada.
- ❑ **Salida de la válvula de la batería de calor:** esta señal regula la válvula de tres vías presente en la batería de calor de los climatizadores. Actúa mediante acción progresiva para el control de temperatura. Esta acción es directamente proporcional a la demanda de calor, es decir, cuando la temperatura de impulsión es inferior a la temperatura de consigna, la válvula de la batería de calor se abre hasta obtener la temperatura deseada.

En la Figura 23 se muestra un esquema con las señales de control que se deben recoger de los climatizadores de aire primario. El número total de señales a controlar es de 10, de las cuales 1 es una entrada analógica pasiva (EAP), 5 son entradas digitales (ED), 2 son salidas analógicas proporcionales (SAP) y 2 son salidas digitales (SD), con lo cual el número total de señales entre los 3 climatizadores existentes es de 30.

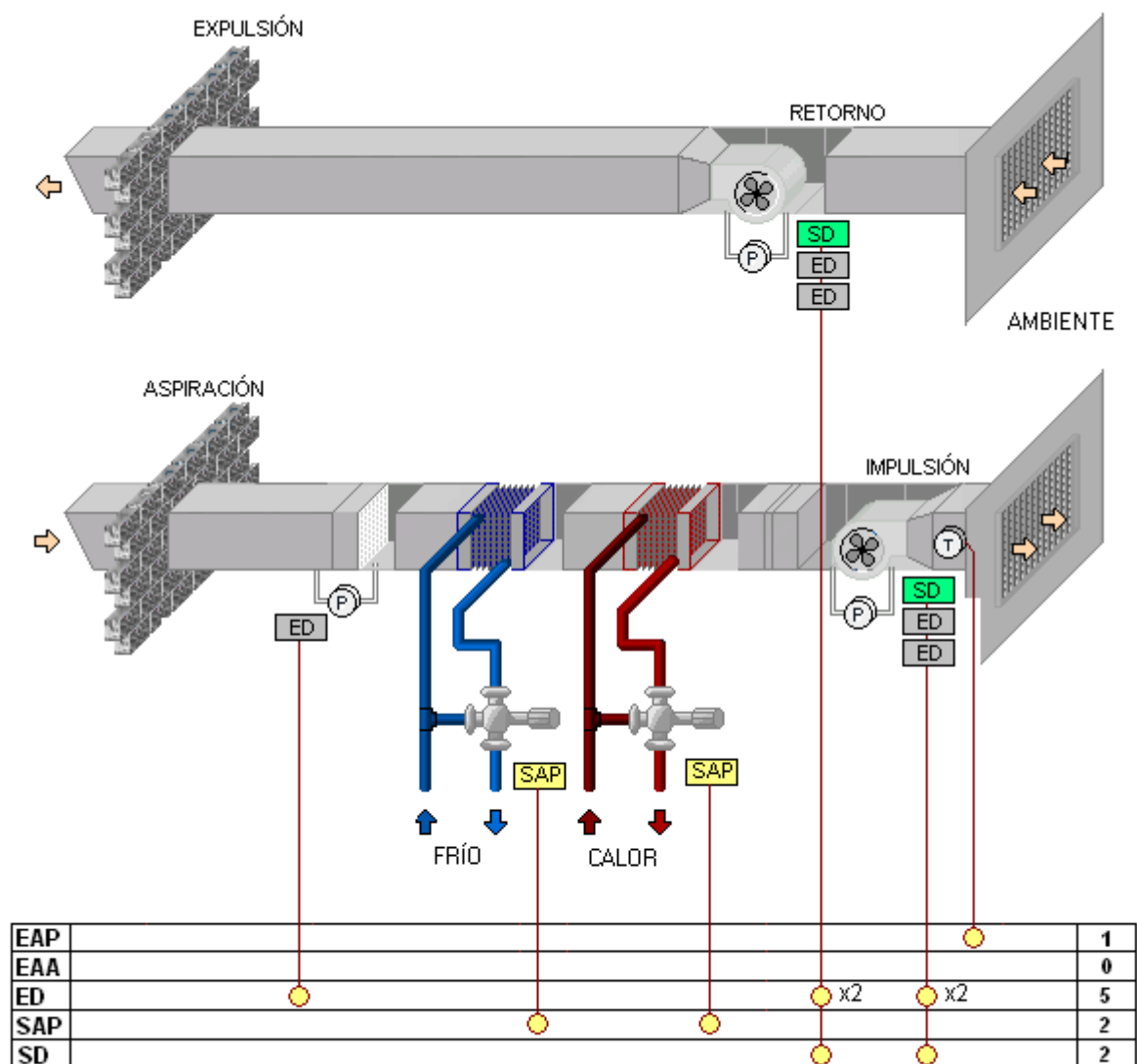


Figura 23: Señales de control de los climatizadores de aire primario

4.1.2 Climatizadores con free-cooling

La instalación cuenta con 3 climatizadores con free-cooling. El sistema de free-cooling, basado en la regulación de las compuertas, permite disminuir la temperatura ambiental sin consumo de energía, introduciendo aire directamente del exterior.

Estos climatizadores acondicionan la sala de juntas y los espacios diáfanos de las oficinas de la planta primera y planta segunda.

A continuación en la Figura 24, se muestra el esquema de principio de los climatizadores con free-cooling.

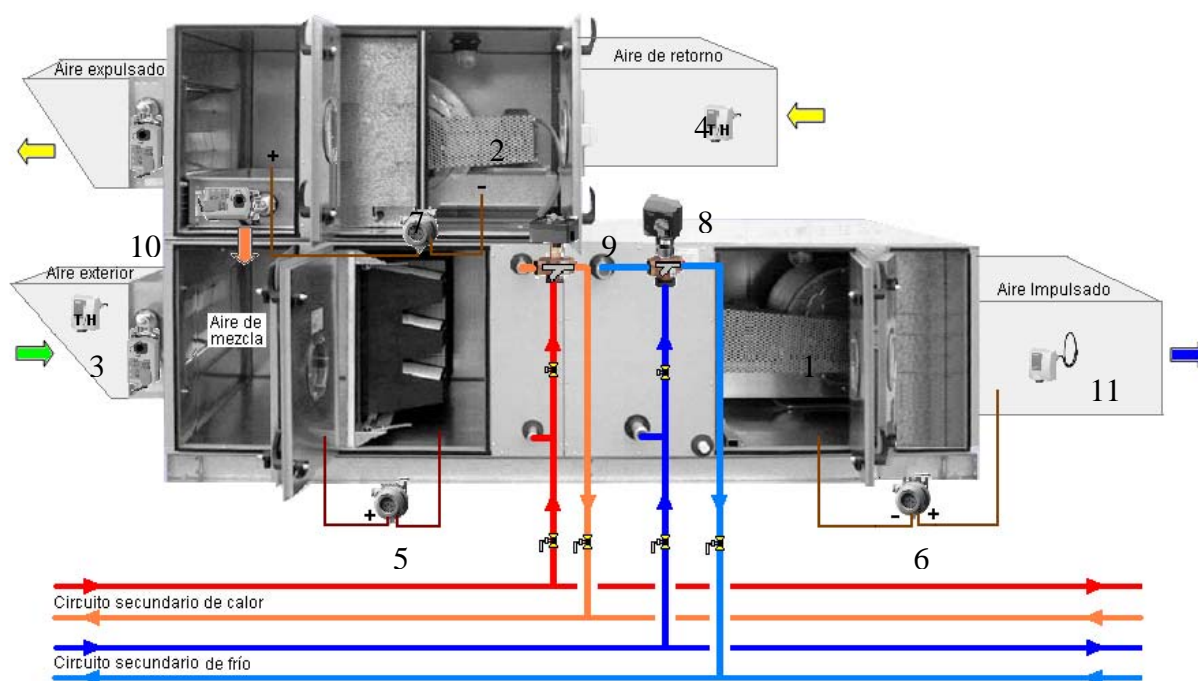


Figura 24: Esquema de principio de los climatizadores con free-cooling

Los elementos a controlar por el sistema de gestión centralizado de los climatizadores con free-cooling son los siguientes.

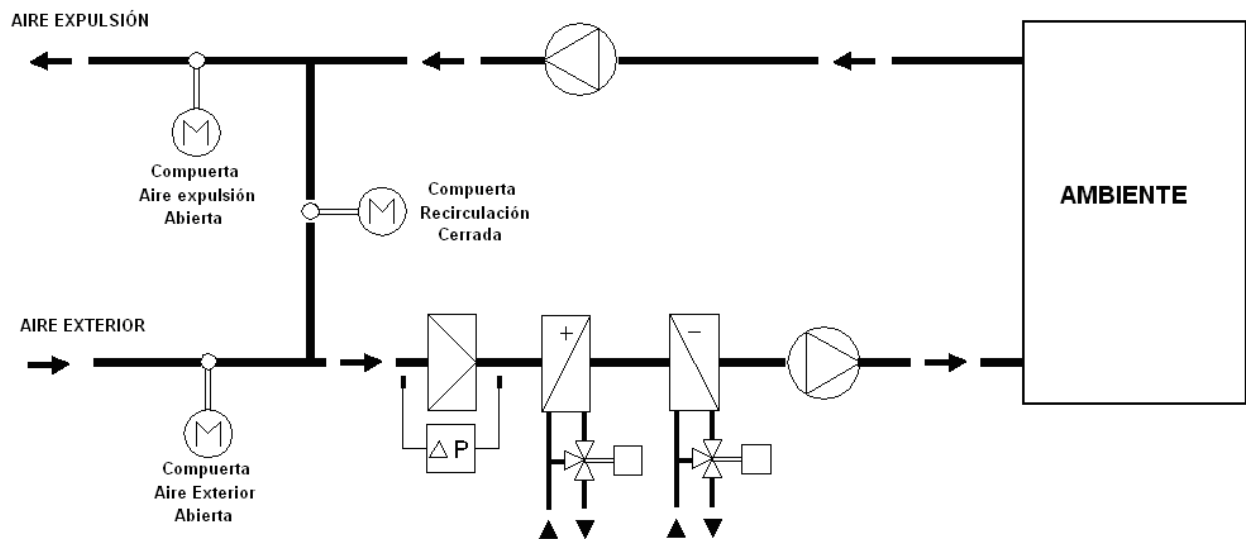
- ❑ Ventilador de impulsión (1).
- ❑ Ventilador de retorno (2).
- ❑ Sonda combinada de temperatura y humedad para el exterior (3).
- ❑ Sonda combinada de temperatura y humedad para el aire de retorno (4).
- ❑ Presostato para el estado del filtro (5).

- ❑ Filtro para la medida del caudal del aire de impulsión (6).
- ❑ Filtro para la medida del caudal del aire de retorno (7).
- ❑ Válvula de tres vías de la batería de frío (8).
- ❑ Válvula de tres vías de la batería de calor (9).
- ❑ Compuertas de aire para la mezcla del aire (10).
- ❑ Sonda de temperatura para el aire de impulsión (11).

4.1.2.1 Memoria de funcionamiento de los climatizadores con free-cooling

En esta sección se describe el régimen de control de los tres climatizadores de volumen de aire constante con compuertas de mezcla automáticas para free-cooling:

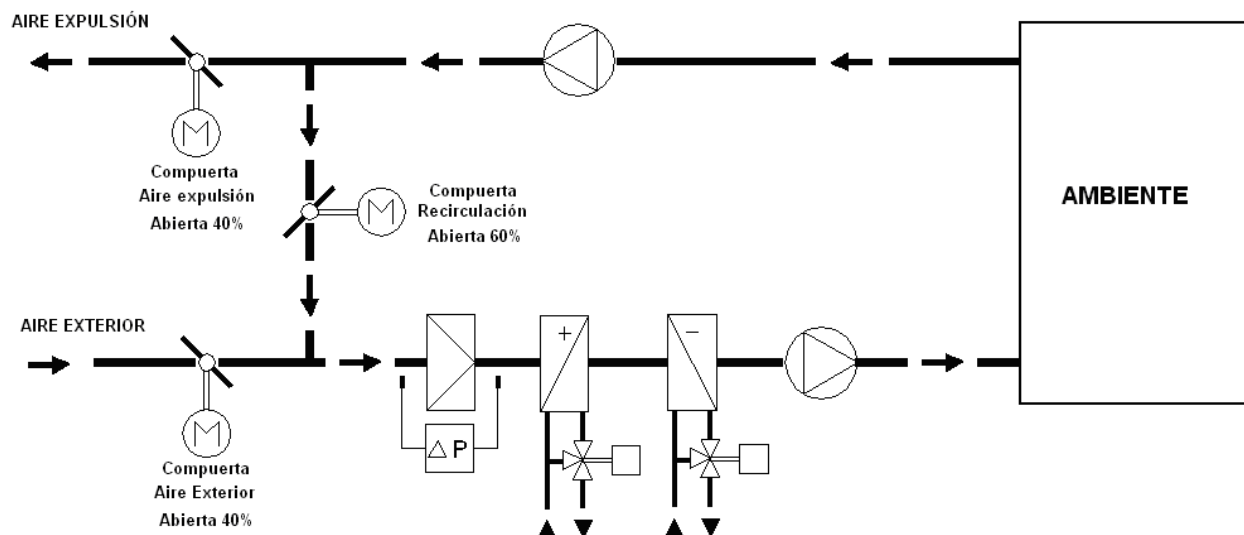
- ❑ Primeramente, se procede a la puesta en marcha del ventilador de retorno a través de los contactos correspondientes. En cuanto el sistema haya recibido la confirmación de que dicho ventilador está en marcha se dará la orden de marcha al ventilador de impulsión. Cuando la orden de marcha/paro no coincida con el estado de funcionamiento del ventilador en el sistema de gestión, se genera una alarma.
- ❑ Por medio de una sonda de temperatura instalada en el conducto de impulsión se regulará proporcionalmente y en secuencia las válvulas de tres vías de las baterías de frío y calor en función de la desviación de la temperatura del aire de impulsión con respecto a la temperatura del aire de impulsión consignada.
- ❑ Mediante la regulación de las compuertas de free-cooling se obtiene un aprovechamiento de la energía gratuita en función de la oferta del aire exterior y la demanda del aire de retorno: Teniendo en cuenta que entalpía positiva (+h) significa calor y humectación; y entalpía negativa (-h) frío y deshumectación se dan dos situaciones:
 - **Caso I:** Cuando la demanda de temperatura coincide con la temperatura exterior se procederá al cierre de la compuerta de recirculación y a la apertura de las compuertas de aire exterior y de expulsión (Véase la Figura 25).



Cuando la demanda de temperatura coincide con la temperatura exterior, la compuerta de recirculación se cerrará y las compuertas de aire exterior y de expulsión se abrirán

Figura 25: Regulación de compuertas de free-cooling en el Caso I

- **Caso II:** Cuando la demanda de temperatura no coincide con la temperatura exterior las compuertas de aire exterior y de expulsión se regularán proporcionalmente junto con la compuerta de recirculación (Véase la Figura 26).



Cuando la demanda de temperatura no coincide con la temperatura exterior, las compuertas de aire exterior y de expulsión se regularán proporcionalmente junto con la compuerta de recirculación

Figura 26: Regulación de compuertas de free-cooling en el Caso II

- ❑ Simultáneamente, se controla el nivel de ensuciamiento de los filtros a través de un presostato, que dará una alarma si la pérdida de carga es superior a la de consigna.
- ❑ Para parar el climatizador, se cerrarán las válvulas de regulación de las baterías de frío y calor y a continuación se desconectarán los ventiladores de impulsión y retorno, y se cerrarán las compuertas.
- ❑ El climatizador de la sala de juntas además cuenta con un humectador de vapor situado en el conducto de impulsión del aire que permite la humectación del aire de manera que cuando la humedad detectada por la sonda sea menor que la deseada en la sala, el humectador entra en funcionamiento.
- ❑ En la sala de juntas se instala una sonda en ambiente para medir la calidad del aire interior, mediante la cual podremos detectar el nivel de dióxido de carbono (CO_2) en el aire medido en particular por millón (ppm) y regular las compuertas de mezcla facilitando la renovación del aire. Hay que tener en cuenta que el valor límite de CO_2 admisible en un edificio de oficinas es de 1500 ppm.

4.1.2.2 Señales de control de los climatizadores con free-cooling

A continuación, se detallan las señales necesarias para el control de los climatizadores con free-cooling:

- ❑ **Orden Marcha/Paro** del ventilador de impulsión: mediante esta señal se indica al ventilador cuando debe arrancar y cuando parar.
- ❑ **Estado del caudal del aire** del ventilador de impulsión: mediante la instalación de un presostato en el conducto del ventilador de impulsión se detecta la presencia o ausencia de caudal permitiendo la comprobación del estado marcha o paro del ventilador. El sistema bloqueará cualquier regulación sobre el climatizador mientras no se detecta flujo de caudal de aire en el conducto de impulsión.
- ❑ **Alarma de funcionamiento** del ventilador de impulsión: esta alarma se visualiza en el sistema cuando existe discrepancia entre la orden marcha o paro del ventilador y la presencia o ausencia de caudal de aire. En caso de activarse esta alarma se producirá una parada de la secuencia de control hasta detectar una situación normal.

- ❑ **Orden Marcha/Paro** del ventilador de retorno: mediante esta señal se indica al ventilador cuando debe arrancar y cuando parar.
- ❑ **Estado del caudal de aire** del ventilador de retorno: mediante la instalación de un presostato en el conducto del ventilador de retorno se detecta la presencia o ausencia de caudal permitiendo la comprobación del estado marcha o paro del ventilador, el sistema bloqueará cualquier regulación sobre el climatizador mientras no se detecta flujo de caudal de aire en el conducto de retorno.
- ❑ **Alarma de funcionamiento** del ventilador de retorno: esta alarma se visualiza en el sistema cuando existe discrepancia entre la orden marcha/paro del ventilador y la presencia/ausencia de caudal de aire. En caso de activarse esta alarma se producirá una parada de la secuencia de control hasta detectar una situación normal.
- ❑ **Estado del filtro de aspiración:** mediante la instalación de un presostato en el conducto del aire exterior, ubicado entre la entrada y la salida del filtro, se visualiza en el sistema el estado de ensuciamiento del filtro. Cuando exista una caída de presión superior a 100 Pa el presostato cerrará un contacto, el cual nos indicará que hay que sustituir el filtro del aire exterior. En el sistema se visualizará una alarma y la representación del filtro se mostrará en color rojo.
- ❑ **Temperatura de impulsión:** mediante una sonda de temperatura instalada en el conducto de impulsión se podrá saber en todo momento la temperatura del aire que se está impulsando.
- ❑ **Temperatura y humedad exterior:** sonda combinada de temperatura y humedad colocada en el conducto de aire exterior.
- ❑ **Temperatura y humedad ambiente:** con los valores tomados por esta sonda situada en ambiente y los valores de la sonda combinada de temperatura y humedad situada en el exterior se realizan comparaciones, cuyos resultados nos indicarán si debemos abrir o cerrar las compuertas de free-cooling.
- ❑ **Salida de la válvula de la batería de frío:** esta señal regula la válvula de tres vías presente en la batería de frío de los climatizadores. Actúa mediante acción progresiva para el control de la temperatura. Esta acción es directamente proporcional a la demanda

de frío, es decir, que cuando la temperatura de impulsión es superior a la temperatura de consigna, la válvula de la batería de frío se abre hasta obtener la temperatura deseada.

- ❑ **Salida de la válvula de la batería de calor:** esta señal regula la válvula de tres vías presente en la batería de calor de los climatizadores. Actúa mediante una acción progresiva para el control de temperatura. Esta acción es directamente proporcional a la demanda de calor, es decir, cuando la temperatura de impulsión es inferior a la temperatura de consigna, la válvula de la batería de calor se abre hasta obtener la temperatura deseada.
- ❑ **Salida de las compuertas de free-cooling:** mediante esta señal se regulan las compuertas de free-cooling del climatizador. Cuando la demanda de temperatura y humedad en ambiente coincide con la oferta exterior mediante actuación progresiva, se abren las compuertas de exterior y expulsión y se cierra la compuerta de mezcla.

En la Figura 27 se muestra un esquema con las señales de control que se deben recoger de los climatizadores con free-cooling. El número total de señales a controlar es de 15, siendo:

- 1 Entrada Analógica Pasiva (EAP).
- 4 Entradas Analógicas Activas (EAA).
- 5 Entradas Digitales (ED).
- 3 Salidas Analógicas Proporcionales (SAP).
- 2 Salidas Digitales (SD).

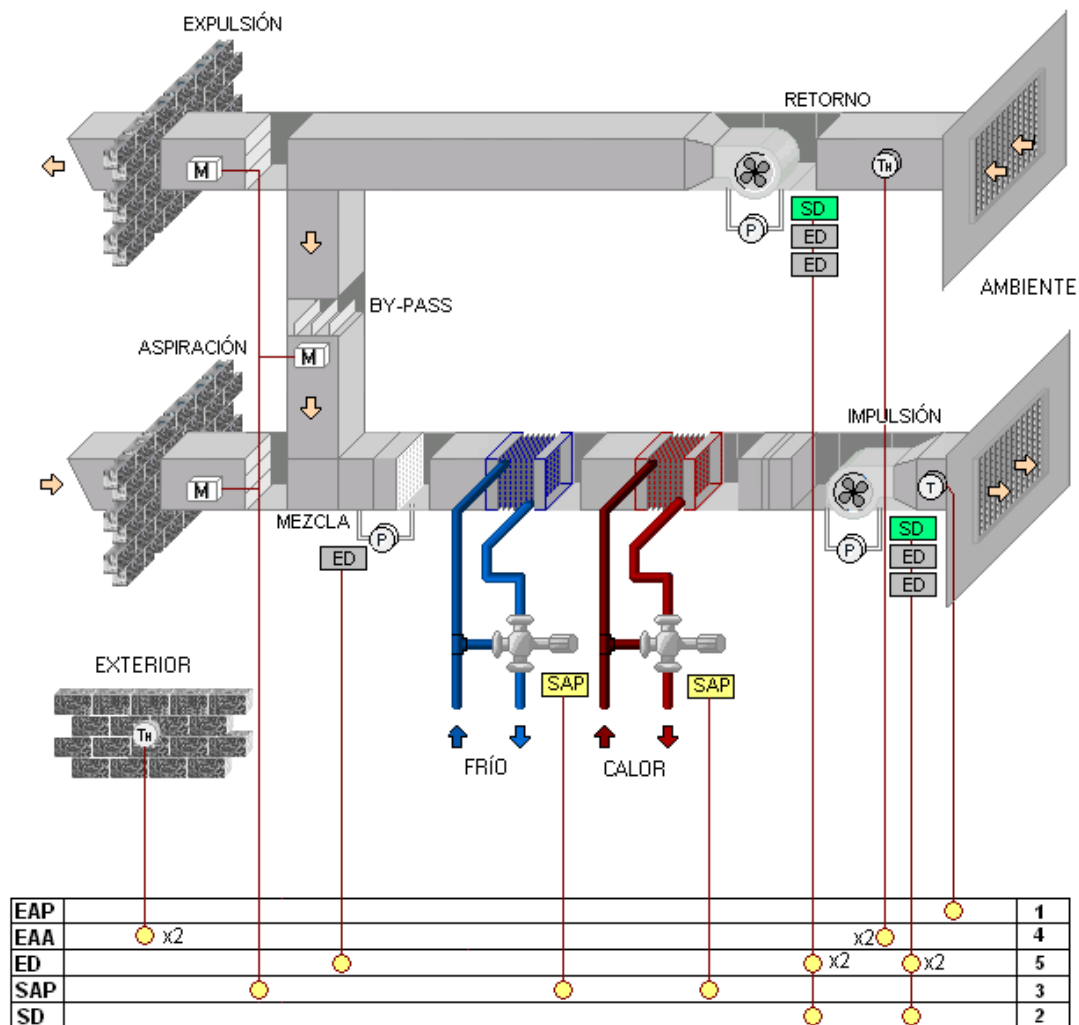


Figura 27: Señales de control de los climatizadores con free-cooling

El climatizador con free-cooling de la sala de juntas, cuenta con un humectador que permite mantener la humedad relativa del aire en niveles de confort (40-60% Hr). Por ello, para la regulación de este climatizador será necesario tener en cuenta las señales para controlar el humectador, además de las señales del control mencionadas anteriormente para la regulación de los climatizadores con free-cooling.

Las señales necesarias para controlar el humectador son:

- ❑ **Permiso del humectador:** cuando el ventilador de impulsión esté funcionando y existe demanda de humectación esta señal habilita el funcionamiento del humectador.

- ❑ **Salida proporcional del humectador:** esta señal permite regular de forma proporcional el funcionamiento del humectador en función de la humedad detectada en ambiente y el valor de la humedad de consigna.
- ❑ **Estado general del humectador:** cuando la señal de permiso del humectador esté habilitada y no coincida con el estado de funcionamiento del humectador se generará una alarma en el sistema.

En la Figura 28 se representan las señales de control del climatizador de la sala de juntas, incluyendo las señales del humectador y de la sonda de calidad de aire para la medida de CO₂. Hacen un total de 19; de las cuales 1 es una entrada analógica pasiva (EAP), 5 son entradas analógicas activas (EAP), 6 son entradas digitales (ED), 4 son salidas analógicas proporcionales (SAP) y 3 salidas digitales (SD).

Teniendo en cuenta que el edificio dispone de 3 climatizadores con free-cooling, será necesario recoger en el sistema 49 señales:

- 3 Entradas Analógicas Pasivas (EAP).
- 13 Entradas Analógicas Activas (EAA).
- 16 Entradas Digitales (ED).
- 10 Salidas Analógicas Proporcionales (SAP).
- 13 Salidas Digitales (SD).

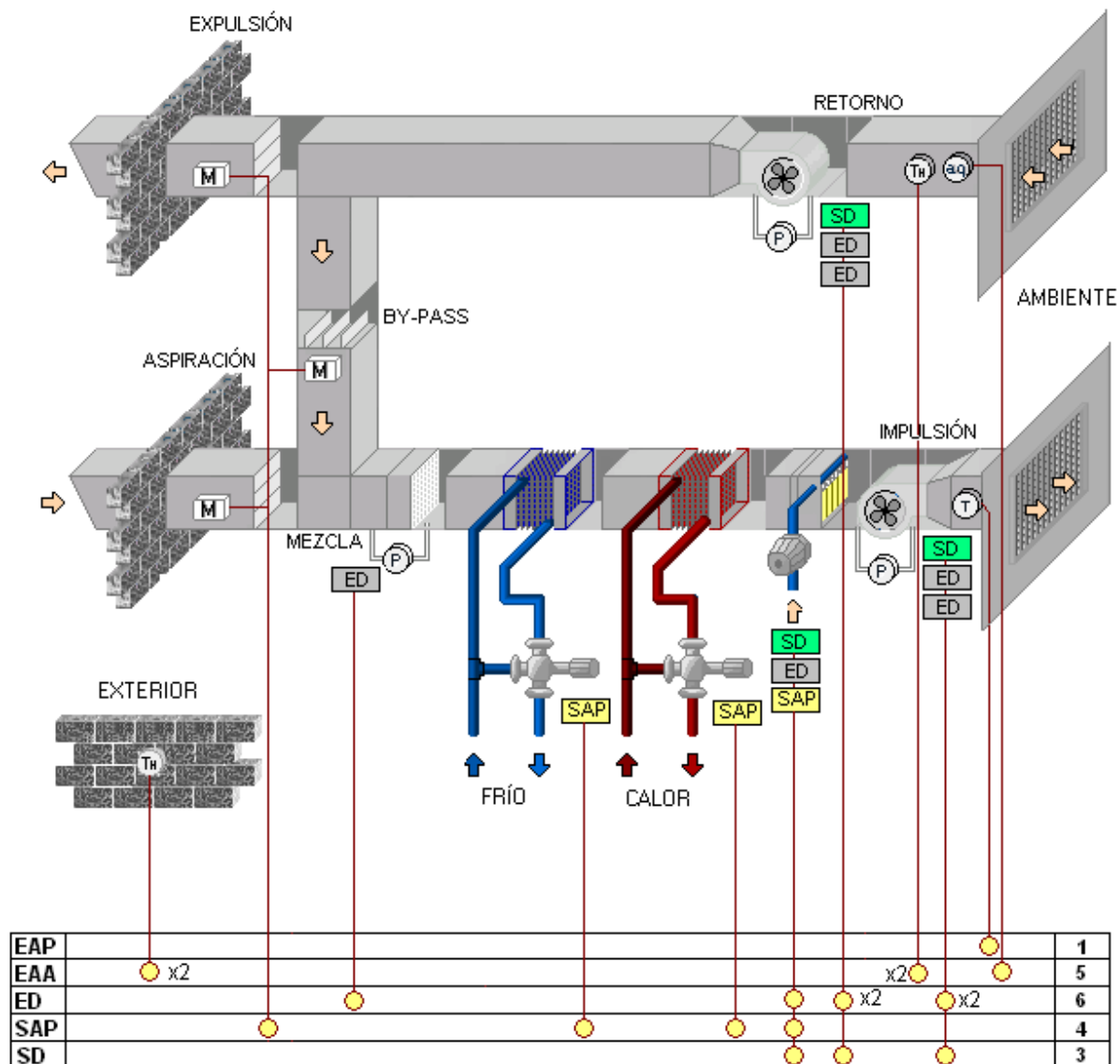


Figura 28: Señales de control del climatizador con free-cooling y humectación

4.2 FANCOILS

Los fancoils son sistemas de acondicionamiento y climatización tipo agua-aire que se sitúan junto a los ambientes a climatizar. Están constituidos por: un grupo ventilador de 3 velocidades y dos baterías para el aporte de aire frío y aire caliente. El agua que abastece a las baterías de frío y de calor proviene de los sistemas de producción de agua fría y de agua caliente respectivamente, y se distribuye por medio de los circuitos secundarios de impulsión hasta los fancoils.

En modo de funcionamiento los fancoils toman el aire del ambiente y lo impulsan a la zona de afección, el intercambio térmico entre los fluidos caloportadores agua-aire se produce en las baterías, la capacidad de intercambio se modula, en función de la demanda mediante válvulas de tres vías motorizadas de control que regulan el caudal de agua.

El edificio cuenta con 232 fancoils, distribuidos de igual manera entre las plantas primera y segunda. La mayor parte se sitúan en la zona perimetral del edificio para compensar las pérdidas de calor/frío procedentes de las ventanas, existiendo también 16 unidades por planta en las zonas centrales.

En la Figura 29 se muestra un plano de planta con la ubicación de los mismos.

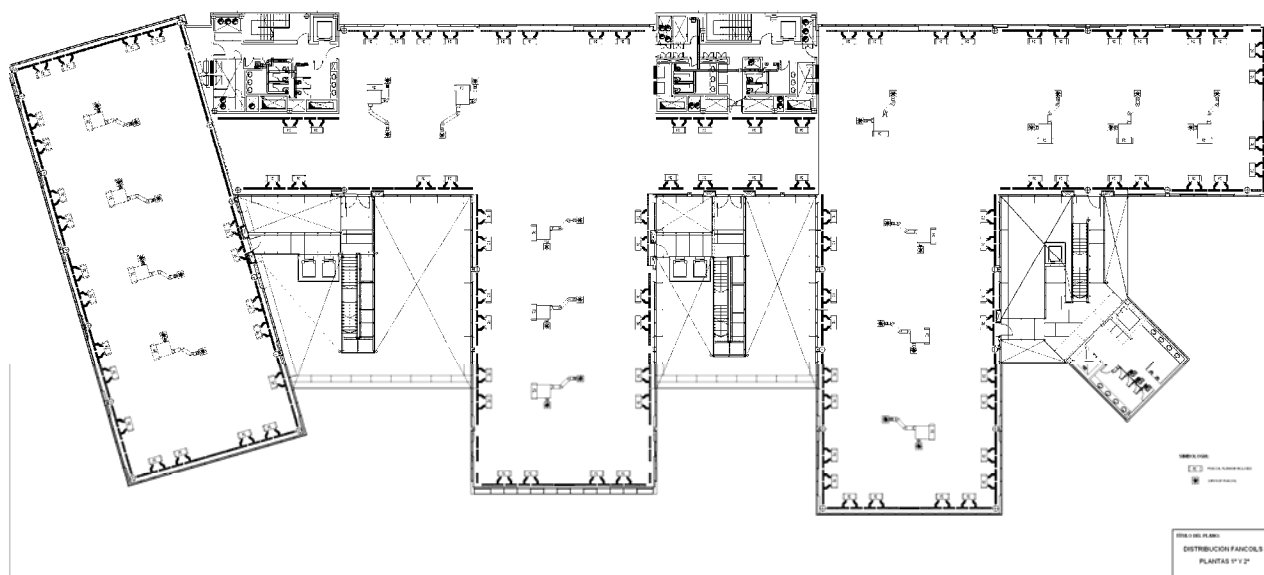


Figura 29: Plano de ubicación de los fancoils

A continuación, se muestra el esquema de principio de los fancoils (Figura 30), donde se pueden ver sus componentes y los elementos a controlar por el sistema: Ventilador de impulsión (1), válvulas de tres vías batería de calor (2), válvula de tres vías batería de frío (3).

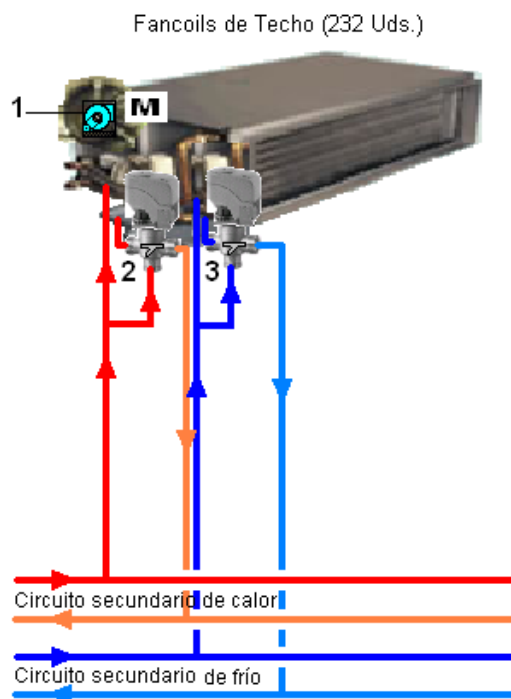


Figura 30: Esquema de principio de los fancoils

4.3 UNIDADES SPLIT

El edificio cuenta con 4 unidades split de expansión directa con control autónomo las cuales se emplean básicamente para la refrigeración de las salas del personal de seguridad, aunque también disponen de calefactores eléctricos para ser utilizados como bomba de calor.

Estas unidades split cuentan con controladores propios que puede manejar el personal de seguridad con lo que su control no es necesario implementarlo en el sistema de gestión centralizado.

4.4 INSTALACIONES DE VENTILACIÓN

Para garantizar la total renovación del aire, el edificio cuenta con *ventilación natural* y *ventilación forzada*.

La *ventilación natural* es conseguida por medio de las ventanas ya que estas disponen de motores eléctricos que permiten la apertura o cierre de las mismas de forma sencilla. Con el fin de obtener un mayor ahorro de energía las ventanas de los despachos y oficinas cuentan con contactos

magnéticos que detectan si la ventana está abierta o cerrada. Si la ventana se encuentra abierta el regulador de la unidad ambiente correspondiente permanecerá desactivado.

La *ventilación forzada* se genera por medio de los ventiladores de retorno de los climatizadores y por los extractores de aire instalados en los garajes y aseos. Sin tener en cuenta los ventiladores de retorno de los climatizadores, en total hay 17 extractores de aire, de los cuales 4 se encuentran en cada planta de garajes y 3 en las plantas baja, primera y segunda. Estos últimos están instalados en el falso techo de los aseos y cuyo funcionamiento está directamente relacionado con el encendido y apagado de las luces, es decir, los extractores de los aseos únicamente entrarán en funcionamiento cuando el interruptor de luz esté encendido, en la Tabla II, se muestra un resumen de la ubicación de los extractores por planta.

	Sótano -2	Sótano -1	P. Baja	P. Primera	P. Segunda	TOTAL
Nº Extractores por Planta	4	4	3	3	3	17

Tabla II: Distribución de los extractores por planta

4.4.1 Señales de control de los extractores

Las señales necesarias para el control de los extractores son las siguientes:

- ❑ **Orden Marcha/Paro** del ventilador; mediante la cual indicaremos cuando debe funcionar y cuando parar.
- ❑ **Estado** del ventilador; para saber el estado de funcionamiento del mismo.

En los garajes también se recogerá mediante una sonda de calidad de aire el nivel de CO₂, para que en caso de que el nivel de dióxido de carbono esté por encima del valor de consiga los extractores de aire comenzarán a funcionar automáticamente.

En la Figura 31 se representan las señales de los extractores de garajes y de aseos.

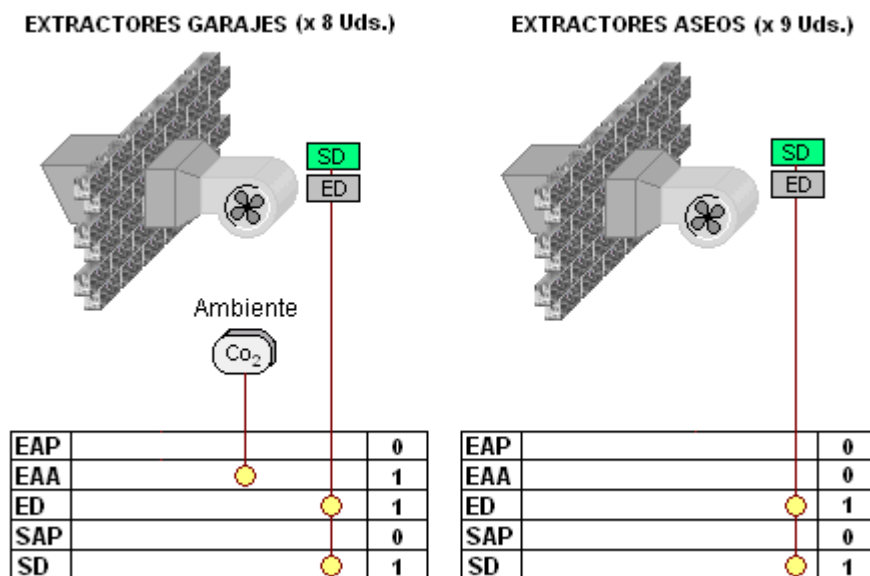


Figura 31: Señales de control de los extractores

Como el edificio cuenta con 8 extractores ubicados en los garajes y 9 extractores en los aseos, hay que incluir un total de 42 señales de control para la regulación de los extractores. Estas señales quedan divididas en los siguientes grupos:

- Entradas Analógicas Activas (EAA): 8 señales, correspondientes a la señal de la sonda de CO₂.
- Entradas Digitales (ED): 17 señales, correspondientes a las señales de estado y alarma de los extractores.
- Salidas Digitales (SD): 17 señales, relacionadas con la orden de marcha o parada de los extractores.

Capítulo 5: Cálculos

En el *presente capítulo* se muestra el cálculo de las válvulas de regulación a instalar, el listado completo de los puntos de control que forman el sistema de gestión desde el cual se procederá al cálculo de los controladores y módulos de entradas/salidas necesarios. Para concluir el capítulo se describe la topología final del sistema.

5.1 CÁLCULO DE VÁLVULAS

5.1.1 Elección de válvulas motorizadas

Es primordial seleccionar bien el modelo de válvula que mejor se adapte a las necesidades de la instalación si se quiere obtener el resultado esperado del sistema de regulación.

Las características mecánicas, físicas y químicas más importantes de una válvula motorizada son las siguientes:

- a) **Conexiones:** las conexiones de la válvula con la tubería pueden ser: bridadas, roscadas o soldadas.
- b) **Diámetro nominal:** es el correspondiente al diámetro interior de la válvula sin tener en cuenta las tolerancias. Se trata de una escala normalizada mediante la norma UNE-EN ISO 6708:1996 [8]. Los diámetros normalizados son: DN15, DN20, DN25, DN32, DN40, DN50, DN65, DN80, DN100, DN 125, DN150...
- c) **Resistencia a la presión:** la estanqueidad, a la presión efectiva del cuerpo de la válvula y de sus conexiones, está dada según la escala normalizada de presiones nominales (PN6, PN10, PN16, PN25, PN40, etc.)
- d) **Composición química:** los materiales del cuerpo de la válvula (bronce, latón, hierro, acero...) deben elegirse según su resistencia a la temperatura y su compatibilidad química con el fluido.
- e) **Tipo de motor que se puede acoplar** en función de la válvula seleccionada: se debe elegir el motor o actuador eléctrico más adecuado que permita el correcto funcionamiento y la adecuada regulación de la válvula.

5.1.2 Dimensionado de válvulas motorizadas

- ❑ El tamaño óptimo de la válvula, es aquel que permite alcanzar las condiciones plenas de diseño cuando la válvula está completamente abierta.
- ❑ La válvula debe calcularse para satisfacer la demanda de potencia nominal de la instalación.

- Existen varios métodos para el dimensionado de válvulas de control. A continuación, se detallan tres de los más utilizados:

➤ **Dimensionado de válvulas mediante fórmulas (Método I):**

El primer paso para dimensionar una válvula mediante fórmulas es, calcular el *flujo volumétrico* (caudal de circulación) \dot{V}_{100} mediante la ecuación (1).

$$\dot{V}_{100} = \frac{Q_{100}}{C_p \times \Delta T \times \rho} \quad (1)$$

donde,

- $\dot{V}_{100} (m^3/h)$ es el caudal de impulsión para la potencia nominal de la instalación.
- $Q_{100} (kW)$ es la Potencia nominal de la instalación.
- $C_p (kJ/kgK)$ es el calor específico del fluido.
- $\Delta T (K)$ es el salto térmico del fluido.
- $\rho (kg/m^3)$ es la densidad específica del fluido.

Una vez calculado el flujo volumétrico, el segundo paso es la determinación del valor nominal de flujo $K_v (m^3/h)$, siendo éste la cantidad de agua fría (5...30 °C) que pasa a través de la válvula durante la carrera correspondiente a una presión diferencial de 100 kPa (1bar). Para ello se utilizará la siguiente ecuación (2):

$$K_v = \frac{\dot{V}_{100}}{\sqrt{\Delta P_{v100}}} \quad (2)$$

donde, $\Delta P_{v100} (bar)$ es el valor nominal de la presión diferencial a través de la válvula totalmente abierta.

El siguiente paso es calcular el valor del caudal nominal, K_{vs} – valor máximo de K_v a válvula abierta – que debe tener la válvula, para ello se tendrá en cuenta la siguiente ecuación (3):

$$K_{vs} \geq 0.85 K_v. \quad (3)$$

La válvula a elegir será aquella que cumpla con el valor de Kvs obtenido anteriormente.

➤ Dimensionado de válvulas mediante diagramas de flujo (Método II):

El primer paso, al igual que en el Método I es calcular el *flujo volumétrico* (caudal de circulación) \dot{V}_{100} mediante la ecuación (1).

Posteriormente se obtiene el valor de Kvs mediante los diagramas de selección de válvulas facilitados por sus fabricantes. En la Figura 32 se muestra el diagrama de flujo $\Delta P_{v100} - \dot{V}_{100}$, de la familia de válvulas VXG41 utilizadas en este proyecto.

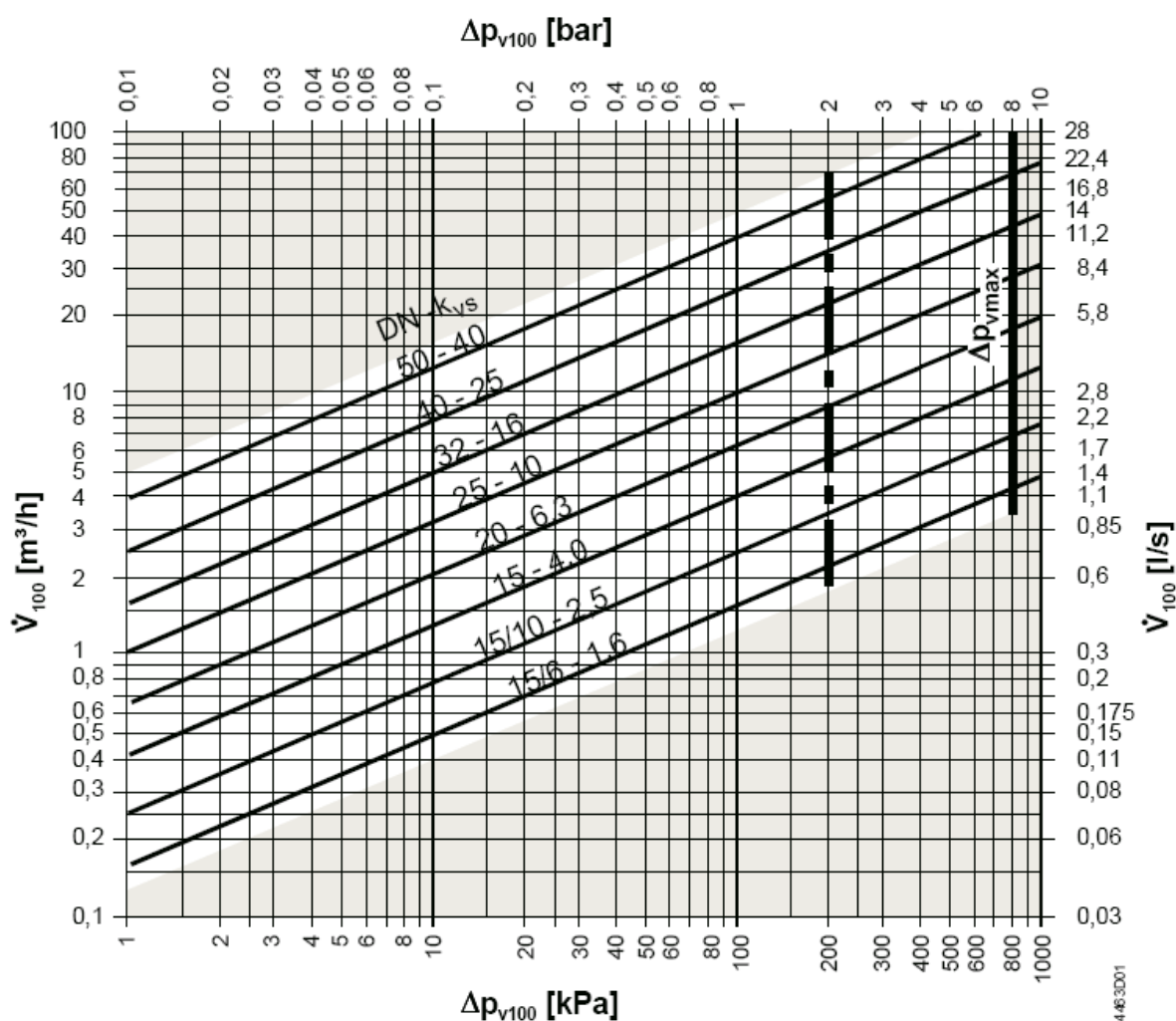


Figura 32: Diagrama de flujo $\Delta P_{v100} - \dot{V}_{100}$

➤ **Dimensionado de válvulas mediante programas informáticos (Método III):**

La mayoría de los fabricantes de válvulas disponen de programas informáticos para el cálculo de sus válvulas, que permiten la selección de válvulas de una manera rápida y sencilla.

A continuación se describe el funcionamiento de uno de estos programas, el programa Easy VASP (Valve and Actuador Sizing Program) [1], el cual permite el dimensionado de válvulas y actuadores, es ministrado por la empresa Siemens, S.A.

El primer paso es la selección del fluido, en este campo podremos seleccionar entre varios tipos (agua, agua con glicol, vapor saturado, vapor recalentado), en nuestro caso seleccionaremos la casilla agua.

El segundo paso nos permite introducir el caudal de agua (\dot{V}_{100}) o la potencia junto con la diferencia de temperatura. En función de la información o parámetros facilitados por el fabricante procederemos, bien indicando el caudal de agua o la potencia.

El tercer paso consiste en introducir el dato de la caída de presión (ΔP_{V100}) a través de la sección de caudal variable, en el caso de los climatizadores lo habitual es que el fabricante nos facilite el dato de la pérdida de carga en las baterías (ΔP_V).

Con estos tres primeros pasos el programa calcula automáticamente el K_V (m^3/h) teórico.

El siguiente paso consiste en delimitar la oferta entre todas las posibles válvulas, para ello el programa nos permite seleccionar entre diferentes gamas de válvulas o incluirlas todas, es conveniente delimitar al menos la presión nominal (en nuestro caso PN = 16 bares) y el número de vías de la válvula, para que la selección sea más concreta, con estos cuatro pasos obtendremos un listado de las válvulas que cumplen las condiciones anteriores.

5.1.3 Cálculo de válvulas motorizadas

A continuación se muestra un ejemplo para el cálculo de las válvulas de tres vías de las baterías de frío y calor del climatizador de aire primario que abastece la zona de cafetería, mediante los tres métodos descritos anteriormente.

Los datos de partida facilitados por el fabricante del climatizador para las dos baterías son los siguientes:

- Batería de frío: Potencia 72.000 Frig/h; Agua 7 / 12 °C; $\Delta P_v = 20 \text{ kPa} = 0,2 \text{ bar}$.
- Batería de calor: Potencia 120.000 Kcal/h; Agua 80 / 70 °C; $\Delta P_v = 20 \text{ kPa} = 0,2 \text{ bar}$.

➤ **Ejemplo para el cálculo de válvulas del climatizador de cafetería mediante el Método I:**

Batería de frío:

Paso 1: Cálculo del *flujo volumétrico* \dot{V}_{100} mediante la ecuación (1):

$$\dot{V}_{100} = \frac{Q_{100}}{1,163 \times \Delta T} = \frac{83,72 \text{ kW}}{1,163 \times 5} = 14,397 \text{ m}^3/\text{h}$$

donde:

$$Q_{100} (\text{kW}) \text{ se calcula sabiendo que: } 1 \text{ kW} = 860 \text{ kcal/h} \Rightarrow Q_{100} = \frac{72.000 \text{ Frig/h}}{860 \text{ kcal/h}} = 83,721 \text{ kW}$$

Paso 2: Cálculo del caudal nominal K_v mediante la ecuación (2):

$$K_v = \frac{14,397}{\sqrt{0,2}} = 32,192 \text{ m}^3/\text{h}$$

Paso 3: Obtención del K_{vs} :

$$K_{vs} \geq 0,85 * 32,19 \text{ m}^3/\text{h}^3 = 27,36 \text{ m}^3/\text{h}$$

Sabiendo que el K_{vs} de la válvula a seleccionar debe ser igual o mayor de $27,36 \text{ m}^3/\text{h}$ para que la válvula tenga autoridad suficiente para cerrar y abrir completamente seleccionaremos una válvula para la batería de frío con un K_{vs} de $40 \text{ m}^3/\text{h}$.

Batería de calor:

Paso 1: Cálculo del *flujo volumétrico* \dot{V}_{100} mediante la ecuación (1):

$$\dot{V}_{100} = \frac{Q_{100}}{1,163 \times \Delta T} = \frac{139,53 kW}{1,163 \times 10} = 11,99 m^3/h$$

donde:

$$Q_{100} (kW) \text{ se calcula sabiendo que: } 1kW = 860 kcal/h \Rightarrow Q_{100} = \frac{120.000 kcal/h}{860 kcal/h} = 139,53 kW$$

Paso 2: Cálculo del caudal nominal K_v mediante la ecuación (2):

$$K_v = \frac{11,99}{\sqrt{0,2}} = 26,81 m^3/h$$

Paso 3: Obtención del K_{vs} :

$$K_{vs} \geq 0,85 * 26,81 m^3/h = 22,78 m^3/h$$

Sabiendo que el K_{vs} de la válvula a seleccionar debe ser igual o mayor de $22,78 m^3/h$ para que la válvula tenga autoridad suficiente para cerrar y abrir completamente seleccionaremos una válvula para la batería de calor con un K_{vs} de $25 m^3/h$.

➤ **Ejemplo para el cálculo de válvulas del climatizador de cafetería mediante el Método II:**

Batería de frío:

Una vez obtenido el valor del *flujo volumétrico* \dot{V}_{100} mediante la ecuación (1) y conociendo el dato de $\Delta P_v = 20 kPa$ se obtiene el valor de K_{vs} mediante el diagrama de flujo $\Delta P_{v100} - \dot{V}_{100}$ como se muestra en la Figura 33:

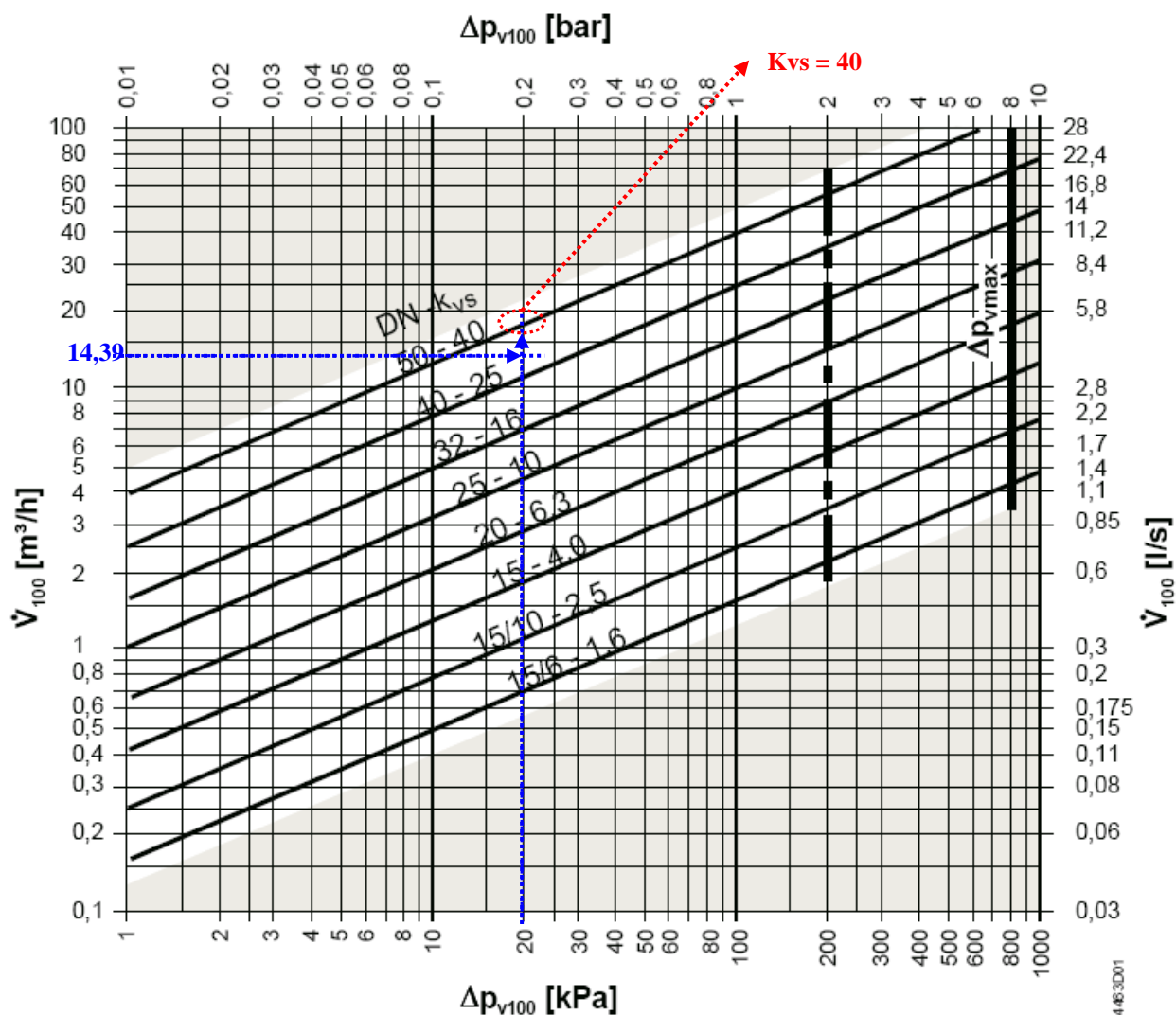


Figura 33: Cálculo de la válvula de la batería de frío usando el Método II

Batería de Calor:

Para el cálculo de la válvula de la batería de calor mediante el Método II se procederá de igual modo que para la batería de frío: una vez calculado el valor del \dot{V}_{100} mediante la ecuación y conocido el dato de la pérdida de carga se obtiene el valor de K_{vs} mediante el diagrama de flujo $\Delta P_{v100} - \dot{V}_{100}$ como se muestra en la Figura 34:

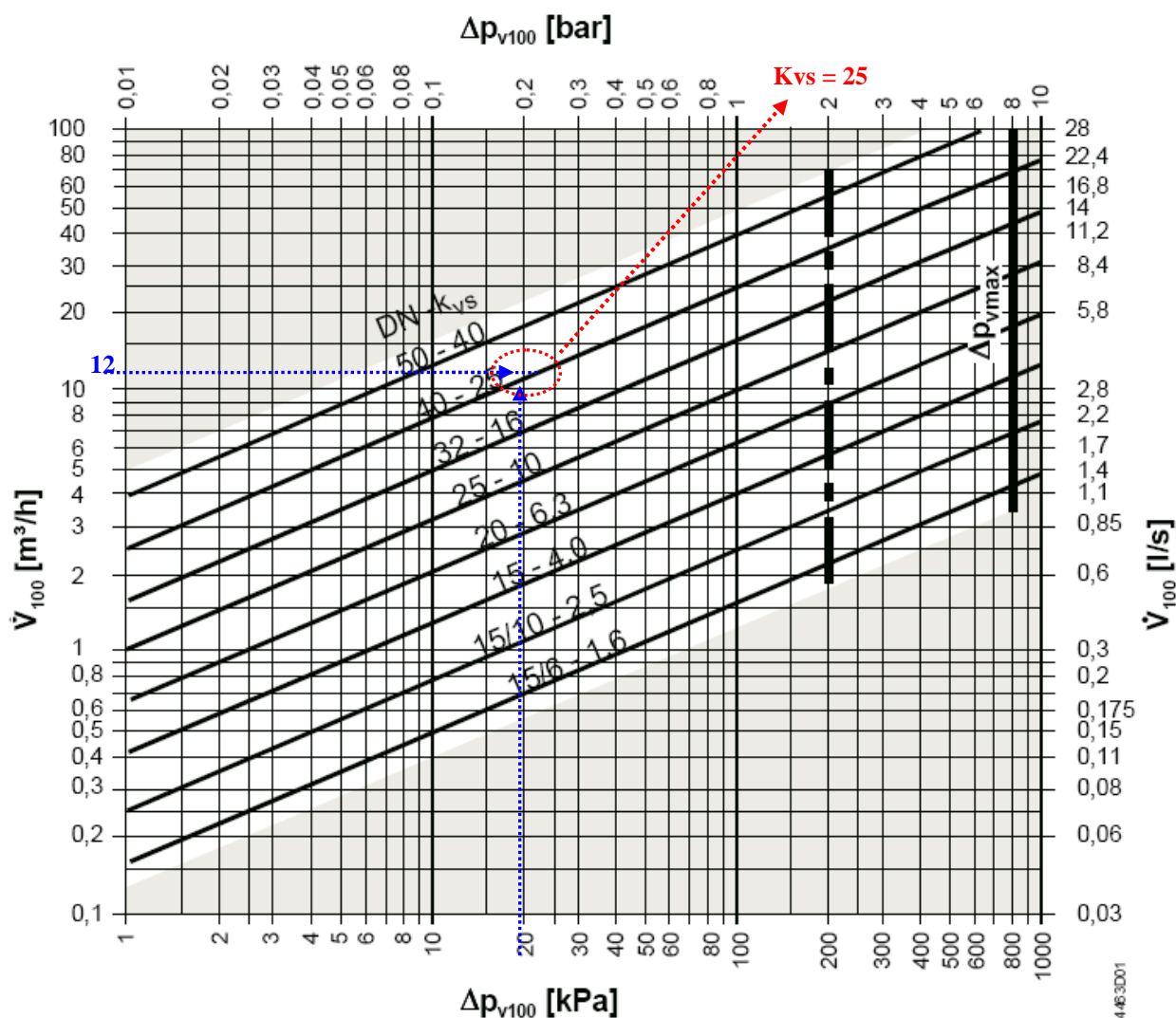


Figura 34: Cálculo de la válvula de la batería de calor usando el Método II

➤ Ejemplo para el cálculo de válvulas del climatizador de cafetería mediante el Método III:

Insertando los datos de las baterías de frío y de calor en el programa Easy VASP, éste calcula el valor teórico de K_v que debería tener la válvula para conseguir una óptima regulación. En la Figura 35 se muestra el resultado para la válvula de frío ($K_v = 32,2 m^3/h$) y en Figura 36 para la válvula de calor ($K_v = 26,8 m^3/h$).

Easy VASP

acvatix

Easy VASP 3.3

SIEMENS

Dimensionado

Circuito Hidráulico [Ver ejemplos](#)

1 Seleccionar el fluido

2 Introducir el flujo [V] o la potencia [Q]

V Caudal

Q Potencia calorífica

Diferencia de temperatura

Datos de partida

3 Introducir el dato de la caída de presión [dpMV] a través de la sección de caudal variable del circuito hidráulico

dp dpMV especificado

dpV100 propuesto

kv calculado 32.2 m3/h **Resultado**

Introducir tamaño nominal

4 Delimitar la oferta para la selección del rango utilizado, opciones del catalogo, conexión, presión nominal o vías

[Selección de gama](#)

[Lista de Productos](#) ☐

Conexión	Rosca	Brida							
Presión nominal	16	6	10	16	40				
Vías	2 3	2 3	2 3	2 3	2 3	2 3	2 3	2 3	2 3
Seleccionar todo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

[Siguiente](#)

Figura 35: Cálculo de Kv de la batería de frío usando el Método III

Easy VASP

acvatix

Easy VASP 3.3

SIEMENS

Dimensionado

Circuito Hidráulico [Ver ejemplos](#)

1 Seleccionar el fluido

2 Introducir el flujo [V] o la potencia [Q]

V Caudal

Q Potencia calorífica

Diferencia de temperatura

3 Introducir el dato de la caída de presión [dpMV] a través de la sección de caudal variable del circuito hidráulico

dp dpMV especificado

dpV100 propuesto

Kv calculado 26,8 m3/h **Resultado**

Introducir tamaño nominal

4 Delimitar la oferta para la selección del rango utilizado, opciones del catalogo, conexión, presión nominal o vías

[Selección de gama](#)

[Lista de Productos](#) ☐

Conexión	Rosca				Brida								
Presión nominal	10	16			6	10	16	25	40				
Vías	3	4	2	3	2	3	2	3	2	3	2	2	3
Seleccionar todo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

[Siguiente](#)

Figura 36: Cálculo de Kv de la batería de calor usando el Método III

Una vez obtenido el K_v teórico el programa muestra un listado con las válvulas que tienen el K_v s superior más próximo al teórico siendo éste para el caso de la batería de frío de $40 \text{ m}^3/\text{h}$ y para la batería de calor de $25 \text{ m}^3/\text{h}$ (véanse las Figuras 37 y 38) mostrando como primera opción la más recomendable. Por último, seleccionaremos el actuador eléctrico y los accesorios para el correcto montaje de la válvula.

Easy VASP **acvatix** **SIEMENS**

Easy VASP 3.3 **Selección de válvula**

Parámetros elegidos: Flujo: 14.4 m³/h, dpMV: 20.0 kPa, Conexión: Rosca, Presión nominal: PN16

Parámetros calculados: kv: 32.2 m³/h, dpv100: 20.0 kPa, Tipo de válvula: 3 vías, Tamaño nominal: no especificado

Válvulas encontradas: 3 válvulas encontradas

VXG41.50

Tipo de válvula

Código	kv (m ³ /h)	DN (mm)	dpv100 (kPa)	PV	PN	Temp. [°C]	Hoja Técnica
<input checked="" type="radio"/> VXG41.50	40.0	50	12.9	0.39	16	-25...140	4463
<input type="radio"/> MxG461.50-30	30.0	50	23.0	0.53	16	1...130	4455
<input type="radio"/> MxG461B50-30	30.0	50	23.0	0.53	16	-20...130	4461

Accesorios para VXG41.50

☒ no especificado

☐ ALG503
3x Racores de hierro maleable

☐ AS26.5
Elemento calefactor del vástago

Figura 37: Selección de la válvula de la batería de frío

Easy VASP **acvatix** **SIEMENS**

Easy VASP 3.3 **Selección de válvula**

Parámetros elegidos: Flujo: 12.0 m³/h, dpMV: 20.0 kPa, Conexión: Rosca, Presión nominal: PN16

Parámetros calculados: kv: 26.8 m³/h, dpv100: 20.0 kPa, Tipo de válvula: 3 vías, Tamaño nominal: no especificado

Válvulas encontradas: 5 válvulas encontradas

VXG41.40

Tipo de válvula

Código	kv (m ³ /h)	DN (mm)	dpv100 (kPa)	PV	PN	Temp. [°C]	Hoja Técnica
<input checked="" type="radio"/> VXG41.40	25.0	40	23.0	0.53	16	-25...140	4463
<input type="radio"/> MxG461.50-30	30.0	50	16.0	0.44	16	1...130	4455
<input type="radio"/> VXG44.40-25	25.0	40	23.0	0.53	16	1...120	4464
<input type="radio"/> MxG461B50-30	30.0	50	16.0	0.44	16	-20...130	4461
<input type="radio"/> VXP45.40-25	25.0	40	23.0	0.53	16	1...110	4845

Accesorios para VXG41.40

☒ no especificado

☐ ALG403
3x Racores de hierro maleable

☐ AS26.5
Elemento calefactor del vástago

Figura 38: Selección de la válvula de la batería de calor

A continuación, se muestra una tabla resumen (Tabla III) con las válvulas de control necesarias para la regulación del caudal de agua que pasa por las baterías de los climatizadores, calculadas por medio del programa Easy VASP [1]. Nótese que DN es el diámetro nominal de la válvula y ΔP_v es la caída de presión de la válvula.

VÁLVULAS DE LAS BATERÍAS DE AGUA FRÍA				
CLIMATIZADOR	Caudal (m ³ /h)	ΔP_v (KPa)	DN (mm)	VÁLVULA
CL - Vestíbulo	65	28	100	VXF41.90 + SKC62
CL - Restaurante	40	26	80	VXF41.80 + SKC62
CL - Cafetería	14,4	20	50	VXG41.50 + SQX62
CL - Planta 1ª	110	14	150	VXF41.92 + SKC62
CL - Planta 2ª	110	14	150	VXF41.92 + SKC62
CL - Sala de Juntas	25	15	80	VXF41.80 + SKC62
VÁLVULAS DE LAS BATERÍAS DE AGUA CALIENTE				
CLIMATIZADOR	Caudal (m ³ /h)	ΔP_v (KPa)	DN (mm)	VÁLVULA
CL - Vestíbulo	14	13	50	VXG41.50 + SQX62
CL - Restaurante	2,7	7,5	25	VXG41.25 + SQX62
CL - Cafetería	12	20	40	VXG41.40 + SQX62
CL - Planta 1ª	18	13	50	VXG41.50 + SQX62
CL - Planta 2ª	18	13	50	VXG41.50 + SQX62
CL - Sala de Juntas	4,08	16	25	VXF41.25 + SQX62

Tabla III: Válvulas de control de los climatizadores

5.2 LISTADO DE PUNTOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN

Para facilitar la lectura de todas las señales de control que van a intervenir en el sistema de gestión centralizado se genera una tabla en formato Excel con las señales a manejar por los controladores, llamada *listado de puntos de control*.

El listado de puntos de control se divide en cinco secciones: sección de *producción de frío* donde se representan las señales de las dos enfriadoras existentes (Enfriadora 1 y Enfriadora 2) junto a los circuitos secundarios de frío; sección de *producción de calor* correspondiente a las calderas denominadas calderas 1 y 2. Nótese que los resultados de la caldera 1 son equivalentes a los de la caldera 2 y a los circuitos secundarios de calor; en la tercera sección se muestran las señales de la *producción de A.C.S.* incluyendo las relativas a los paneles solares y la caldera de A.C.S. junto a los circuitos secundarios. La cuarta sección hace referencia a las señales de los *climatizadores* y se muestran tanto las señales de los climatizadores de aire primario como las de

los climatizadores con free-cooling. Por último se representan las señales a controlar de los *extractores* repartidos por el edificio.

En este listado se muestran diez columnas, empezando de izquierda a derecha: en la primera columna, *descripción del punto*, se muestra el nombre de la señal de control, las siguientes cinco columnas hacen relación al tipo de señal de control, es decir, si la señales es de entrada o de salida y si ésta es analógica o digital (Véase la Tabla IV, donde se muestra a modo de resumen las señales utilizadas y su significado físico). En la columna *periférico* se indica el material de campo asociado a la señal, el cual hay que tener en cuenta e incluir en el presupuesto, mostrándose el número de unidades en la columna siguiente, *Cant.* Para finalizar y aprovechando este listado en las dos últimas columnas se muestra el tipo de módulo de control junto con las unidades necesarias que se explicarán en el siguiente apartado (5.3 Cálculo de controladores).

Tipo de señal	Significado
EAP	Entrada Analógica Pasiva
EAA	Entrada Analógica Activa
ED	Entrada Digital
SAP	Salida Analógica Proporcional
SD	Salida Digital

Tabla IV: Tipos de señales y su significado

A continuación, se mostrarán las tablas con los listados completos de los puntos a recoger por el sistema, como se ha descrito en capítulos anteriores:

La Tabla V, muestra las señales de control de la producción de frío.

La Tabla VI, muestra las señales de control de la producción de calor.

La Tabla VII, muestra las señales de control de la producción de A.C.S.

La Tabla VIII, muestra las señales de control de los climatizadores.

La Tabla IX, muestra las señales de control de los extractores.



DESCRIPCIÓN DEL PUNTO	EAP	EAA	ED	SAP	SD	PERIFÉRICO	Cant.	CONTROL	Cant.
PRODUCCIÓN DE FRÍO									
CIRCUITO PRIMARIO - PRODUCCIÓN DE FRÍO									
Enfriadora 1									
Orden Marcha/Paro Enfriadora 1					1			PTM1.4R1K	2
Estado Enfriadora 1			1					PTM1.8D20	3
Alarma general Enfriadora 1			1					PTM1.4Y10S	1
Interruptor flujo de agua Enfriadora 1			1			QVE1900	1	PTM1.2Q250	5
Temperatura impulsión agua Enfriadora 1	1					QAE2120.010	1		
Temperatura retorno agua Enfriadora 1	1					QAE2120.010	1		
Bombas Enfriadora 1									
Orden Marcha/Paro bombas Enfriadora 1					2				
Estado bombas Enfriadora 1			2						
Alarma disparo térmico bombas Enfriadora 1			2						
Total señales Enfriadora 1 + bombas Enfriadora 1	2	0	7	0	3		12		
Enfriadora 2									
Orden Marcha/Paro Enfriadora 2					1				
Estado Enfriadora 2			1						
Alarma general Enfriadora 2			1						
Interruptor flujo de agua Enfriadora 2			1			QVE1900	1		
Temperatura impulsión agua Enfriadora 2	1					QAE2120.010	1		
Temperatura retorno agua Enfriadora 2	1					QAE2120.010	1		
Bombas Enfriadora 2									
Orden Marcha/Paro bombas Enfriadora 2					2				
Estado bombas Enfriadora 2			2						
Alarma disparo térmico bombas Enfriadora 2			2						
Total señales Enfriadora 2 + bombas Enfriadora 2	2	0	7	0	3		12		
TOTAL SEÑALES CIRCUITO PRIMARIO FRÍO	4	0	14	0	6		24		
CIRCUITOS SECUNDARIOS - PRODUCCIÓN DE FRÍO									
Circuito secundario Climatizadores									
Orden Marcha/Paro bombas circuito Climatizadores					2				
Estado bombas circuito Climatizadores			2						
Alarma disparo térmico bombas circuito Climatizadores			2						
Temperatura retorno circuito Climatizadores	1					QAE2120.010	1		
Total señales Circuito secundario Climatizadores	1	0	4	0	2		7		
Circuito secundario Fancoils									
Orden Marcha/Paro bombas circuito Fancoils					2				
Estado bombas circuito Fancoils			2						
Alarma disparo térmico bombas circuito Fancoils			2						
Regulación válvula de tres vías circuito Fancoils				1		VXG41.80+SKC62	1		
Temperatura impulsión circuito Fancoils	1					QAE2120.010	1		
Temperatura retorno circuito Fancoils	1					QAE2120.010	1		
Total señales Circuito secundario Fan-coils	2	0	4	1	2		9		
TOTAL SEÑALES CIRCUITO SECUNDARIO FRÍO	3	0	8	1	4		16		
TOTAL SEÑALES DE CONTROL PRODUCCIÓN FRÍO	7	0	22	1	10		40	Uds. De Carga	16

Tabla V: Listado de puntos – Producción de Frío



DESCRIPCIÓN DEL PUNTO	EAP	EEA	ED	SAP	SD	PERIFÉRICO	Cant.	CONTROL	Cant.
PRODUCCIÓN DE CALOR									
CIRCUITO PRIMARIO - PRODUCCIÓN DE CALOR									
Caldera 1									
Orden Marcha/Paro quemador Caldera 1					1			PTM1.4R1K	3
Estado quemador Caldera 1			1					PTM1.2U10	1
Alarma general quemador Caldera 1			1					PTM1.8D20	4
Interruptor flujo de agua Caldera 1								PTM1.4Y10S	1
Temperatura de humos Caldera 1		1				QVE1900	1	PTM1.2Q250	6
Temperatura impulsión agua Caldera 1	1					FGT-PT1000	1		
Temperatura retorno agua Caldera 1	1					QAE2120.010	1		
Bombas Caldera 1									
Orden Marcha/Paro bombas Caldera 1					2				
Estado bombas caldera 1			2						
Alarma disparo térmico bombas Caldera 1			2						
Total señales Caldera 1 + bombas Caldera 1	2	1	7	0	3		13		
Caldera 2									
Orden Marcha/Paro quemador Caldera 2					1				
Estado quemador Caldera 2			1						
Alarma general quemador Caldera 2			1						
Interruptor flujo de agua Caldera 2			1			QVE1900	1		
Temperatura de humos Caldera 2		1				FGT-PT1000	1		
Temperatura impulsión agua Caldera 2	1					QAE2120.010	1		
Temperatura retorno agua Caldera 2	1					QAE2120.010	1		
Bombas Caldera 2									
Orden Marcha/Paro bombas Caldera 2					2				
Estado bombas Caldera 2			2						
Alarma disparo térmico bombas Caldera 2			2						
Total señales Caldera 2 + bombas Caldera 2	2	1	7	0	3		13		
TOTAL SEÑALES CIRCUITO PRIMARIO CALOR	4	2	14	0	6		26		
CIRCUITOS SECUNDARIOS - PRODUCCIÓN DE CALOR									
Circuito secundario Climatizadores									
Orden Marcha/Paro bombas circuito Climatizadores					2				
Estado bombas circuito Climatizadores			2						
Alarma disparo térmico bombas circuito Climatizadores			2						
Temperatura retorno circuito Climatizadores	1					QAE2120.010	1		
Total señales Circuito secundario Climatizadores	1	0	4	0	2		7		
Circuito secundario Fan-coils									
Orden Marcha/Paro bombas circuito Fancoils					2				
Estado bombas circuito Fancoils			2						
Alarma disparo térmico bombas circuito Fancoils			2						
Regulación válvula de tres vías circuito Fancoils				1		VXG41.50+SQX62	1		
Temperatura impulsión circuito Fancoils	1					QAE2120.010	1		
Temperatura retorno circuito Fancoils	1					QAE2120.010	1		
Total señales Circuito secundario Fan-coils	2	0	4	1	2		9		
Circuito secundario Radiadores									
Orden Marcha/Paro bombas circuito Radiadores					2				
Estado bombas circuito Radiadores			2						
Alarma disparo térmico bombas circuito Radiadores			2						
Regulación válvula de tres vías circuito Radiadores				1		VXG41.50+SQX62	1		
Temperatura impulsión circuito Radiadores	1					QAE2120.010	1		
Temperatura retorno circuito Radiadores	1					QAE2120.010	1		
Total señales Circuito secundario Radiadores	2	0	4	1	2		9		
TOTAL SEÑALES CIRCUITO SECUNDARIO CALOR	5	0	12	2	6		25		
TOTAL SEÑALES DE CONTROL PRODUCCIÓN CALOR	9	2	26	2	12		51	Uds. De Carga	21

Tabla VI: Listado de puntos – Producción de Calor



5. CÁLCULOS

DESCRIPCIÓN DEL PUNTO	EAP	EAA	ED	SAP	SD	PERIFÉRICO	Cant.	CONTROL	Cant.
PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA									
CIRCUITO PRIMARIO - PRODUCCIÓN A.C.S.									
Paneles solares								PTM1.4R1K	3
Temperatura impulsión agua paneles solares	1					QAE2120.010	1	PTM1.2U10	1
Temperatura retorno agua paneles solares	1					QAE2120.010	1	PTM1.8D20	3
Orden Marcha/Paro bombas paneles solares					2			PTM1.4Y10S	1
Estado bombas paneles solares			2					PTM1.2Q250	5
Alarma diparo termico bombas paneles solares			2						
Caldera A.C.S.									
Orden Marcha/Paro Caldera A.C.S.					1				
Estado Caldera A.C.S.			1						
Alarma general Caldera A.C.S.			1						
Temperatura de humos Caldera A.C.S.		1				FGT-PT1000	1		
Temperatura impulsión agua Caldera A.C.S.	1					QAE2120.010	1		
Temperatura retorno agua Caldera A.C.S.	1					QAE2120.010	1		
Orden Marcha/Paro bombas primario					2				
Estado bombas primario			2						
Alarma disparo térmico bombas primario			2						
Total señales Circuito primario ACS	4	1	10	0	5		20		
CIRCUITO SECUNDARIO - PRODUCCIÓN A.C.S.									
Regulación válvula de tres vías intercambiador paneles				1					
Temperatura impulsión secundario intercambiador paneles	1					QAE2120.010	1		
Temperatura retorno secundario intercambiador paneles	1					QAE2120.010	1		
Temperatura depósito acumulador 1	1					QAE2120.010	1		
Alarma nivel mínimo depósito acumulador 1			1			61F-GP	1		
Alarma nivel máximo depósito acumulador 1			1			61F-GP	1		
Orden Abrir/Cerrar válvula llenado depósito acumulador 1					1				
Estado válvula llenado depósito acumulador 1			1						
Orden Abrir/Cerrar válvula mezcla depósito acumulador 1					1				
Estado válvula mezcla depósito acumulador 1			1						
Regulación válvula de tres vías Caldera A.C.S.				1		M3P80FY	1		
Temperatura impulsión secundario intercambiador Caldera	1					QAE2120.010	1		
Temperatura retorno secundario Intercambiador Caldera	1					QAE2120.010	1		
Temperatura depósito acumulador 2	1					QAE2120.010	1		
Alarma nivel mínimo depósito acumulador 2			1			61F-GP	1		
Alarma nivel máximo depósito acumulador 2			1			61F-GP	1		
Orden Abrir/Cerrar válvula llenado depósito acumulador 2					1				
Estado válvula llenado depósito acumulador 2			1						
Orden Abrir/Cerrar válvula mezcla depósito acumulador 2					1				
Estado válvula mezcla depósito acumulador 2			1						
Total señales Circuito secundario ACS	6	0	8	2	4		20		
TOTAL SEÑALES DE CONTROL PRODUCCIÓN ACS	10	1	18	2	9		40	Uds. De Carga	18

Tabla VII: Listado de puntos – Producción de A.C.S.



DESCRIPCIÓN DEL PUNTO	EAP	EAA	ED	SAP	SD	PERIFÉRICO	Cant.	CONTROL	Cant.
CLIMATIZADORES									
CLIMATIZADORES AIRE PRIMARIO (CL- A.P.)									
CL-A.P.: Vestíbulo, Restaurante y Cafetería (3 Uds.)								PTM1.4R1K	2
Orden Marcha/Paro ventilador de impulsión					3			PTM1.2U10	7
Estado caudal de aire ventilador de impulsión			3			QBM81-3	3	PTM1.8D20	4
Alarma de funcionamiento ventilador de impulsión			3					PTM1.4Y10S	4
Orden Marcha/Paro ventilador de retorno					3			PTM1.2Q250	7
Estado caudal de aire ventilador de retorno			3			QBM81-3	3		
Alarma de funcionamiento ventilador de retorno			3						
Estado filtro sucio aspiración			3			QBM81-3	3		
Temperatura conducto de impulsión	3					QAM2120.040	3		
Regulación válvula tres vías batería de frío				3		V3V	3		
Regulación válvula tres vías batería de calor				3		V3V	3		
Total señales Climatizadores aire primario	3	0	15	6	6		30		
CLIMATIZADORES CON FREE-COOLING (CL- F.C.)									
CL-F.C.: Planta primera y Planta segunda (2 Uds.)									
Temperatura/humedad exterior		4				QFM3160	2		
Orden Marcha/Paro ventilador de impulsión					2				
Estado caudal de aire ventilador de impulsión			2			QBM81-3	2		
Alarma de funcionamiento ventilador de impulsión			2						
Temperatura conducto de impulsión	2					QAM2120.040	2		
Orden Marcha/Paro ventilador de retorno					2				
Estado caudal de aire ventilador de retorno			2			QBM81-3	2		
Alarma de funcionamiento ventilador de retorno			2						
Temperatura/humedad retorno (ambiente)		4				QFA3160	2		
Estado filtro sucio aspiración			2			QBM81-3	2		
Regulación válvula tres vías batería de frío				2		V3V	2		
Regulación válvula tres vías batería de calor				2		V3V	2		
Regulación compuertas free-cooling				2		GEB161.1E	6		
CL-F.C.: Sala de Juntas (1 Uds.)									
Temperatura/humedad exterior		2				QFM3160	1		
Orden Marcha/Paro ventilador de impulsión					1				
Estado caudal de aire ventilador de impulsión			1			QBM81-3	1		
Alarma de funcionamiento ventilador de impulsión			1						
Temperatura conducto de impulsión	1					QAM2120.040	1		
Orden Marcha/Paro ventilador de retorno					1				
Estado caudal de aire ventilador de retorno			1			QBM81-3	1		
Alarma de funcionamiento ventilador de retorno			1						
Temperatura/humedad retorno (ambiente)		2				QFA3160	1		
Sonda calidad de aire		1				QPA63.1	1		
Estado filtro sucio aspiración			1			QBM81-3	1		
Regulación válvula tres vías batería de frío				1		V3V	1		
Regulación válvula tres vías batería de calor				1		V3V	1		
Regulación compuertas free-cooling				1		GEB161.1E	3		
Permiso humectador					1				
Regulación humectador				1					
Estado general humectador			1						
Total señales Climatizadores con free-cooling	3	13	16	10	7		49		
TOTAL SEÑALES DE CONTROL CLIMATIZADORES	6	13	31	16	13		79	Uds. De Carga	31

Tabla VIII: Listado de puntos – Climatizadores



5. CÁLCULOS

DESCRIPCIÓN DEL PUNTO	EAP	EAA	ED	SAP	SD	PERIFÉRICO	Cant.	CONTROL	Cant.
EXTRACTORES									
EXTRACTORES GARAJES									
Extractores garaje sotano -1 (4 Uds.)								PTM1.2U10	4
Orden Marcha/Paro extractor					4			PTM1.8D20	3
Estado extractor			4					PTM1.2Q250	9
Sonda calidad de aire		4				QPA63.1	4		
Extractores garaje sotano -2 (4 Uds.)									
Orden Marcha/Paro extractor					4				
Estado extractor			4						
Sonda calidad de aire		4							
Total puntos extractores garaje	0	8	8	0	8		24		
EXTRACTORES ASEOS									
Extractores aseos planta baja (3 Uds.)									
Orden Marcha/Paro extractor					3				
Estado extractor			3						
Extractores aseos planta primera (3 Uds.)									
Orden Marcha/Paro extractor					3				
Estado extractor			3						
Extractores aseos planta segunda (3 Uds.)									
Orden Marcha/Paro extractor					3				
Estado extractor			3						
Total puntos extractores aseos	0	0	9	0	9		18		
TOTAL PUNTOS DE CONTROL EXTRACTORES	0	8	17	0	17		42	Uds. De Carga	25

Tabla IX: Listado de puntos – Extractores

5.3 CÁLCULO DE CONTROLADORES

Una vez se conocen todas las señales necesarias para el control de la climatización, en este apartado se definirá el número de controladores y módulos de entradas/salidas necesarios para llevar a cabo el control de la climatización del edificio.

Los controladores expuestos en este proyecto son de la marca Siemens, concretamente se utilizarán controladores de la familia Desigo PX adaptados a la automatización de edificios.

En el presente proyecto se utilizan principalmente dos tipos de controladores: controladores libremente programables y controladores configurables. Los primeros los emplearemos para el control de la mayor parte de las instalaciones ya que como su nombre indica al ser controladores libremente programables permiten una gran flexibilidad en la programación de los bucles de regulación. Aparte de las funciones de control libremente programables cuentan con funciones de gestión integradas como son:

- La gestión de alarmas por niveles en función de la criticidad.
- Programas horarios de fácil configuración.
- Funciones de históricos para hacer el seguimiento de variables.
- Funciones de gestión remota, para el envío de mensajes de texto vía e-mail o SMS.
- Protección de acceso mediante perfiles de usuario.

Por otro lado, los controladores configurables los utilizaremos para el control de los fancoils, ya que estos controladores permiten ser configurados con aplicaciones estándar lo que supone un ahorro en el coste de ingeniería y programación.

5.3.1 Cálculo de los controladores libremente programables

Para el cálculo del número de controladores libremente programables se tendrá en cuenta la capacidad del controlador para admitir módulos de entradas y salidas. Los controladores PXC64-U utilizados en este proyecto admiten una carga máxima de 800mA o lo que es igual un máximo de 64 unidades de carga (1 unidad de carga=12,5mA) con lo cual la suma de las unidades de carga de todos los módulos de entradas y salidas que cuelguen de él no puede superar las 64 unidades.

Las unidades de carga de los módulos de entradas y salidas dependen del tipo de módulo:

- Las entradas analógicas pasivas (EAP) se recogen en módulos PTM1.4R1K, los cuales pueden albergar hasta un máximo de cuatro señales y consumen una unidad de carga.
- Las entradas analógicas activas (EAA) se recogen en módulos PTM1.2U10, los cuales pueden albergar hasta un máximo de dos señales consumiendo una unidad de carga.
- Las entradas digitales (ED) se recogen en módulos PTM1.8D20E, los cuales pueden albergar hasta un máximo de ocho señales consumiendo una unidad de carga.
- Las salidas analógicas proporcionales (SAP) se recogen en módulos PTM1.4Y10S, los cuales pueden albergar hasta un máximo de cuatro señales y consumen una unidad de carga.
- Las salidas digitales (SD) se recogen en módulos PTM1.2Q250, los cuales pueden albergar dos señales consumiendo dos unidades de carga.

En la Tabla X se muestra un resumen con el número de señales y unidades de carga que consume cada tipo de módulo:

Tipo de señal	Tipo de módulo	Nº de señales	Unidades de carga
EAP	PTM1.4R1K	4	1
EAA	PTM1.2U10	2	1
ED	PTM1.8D20	8	1
SAP	PTM1.4Y10S	4	1
SD	PTM1.2Q250	2	2

Tabla X: Módulos de control - Unidades de carga

Para la elección del número de controladores además de las unidades de carga también se tendrá en cuenta la ubicación de los equipos para así evitar partidas de cableado eléctrico demasiado grandes.

Teniendo en cuenta estos requisitos será necesario instalar 2 controladores libremente programables, cada controlador se montará en un cuadro de control independiente junto con los

módulos necesarios, con lo cual existirán dos cuadros de control (CC-1 y CC-2) que alojarán los módulos de entradas/salidas y recogerán todas las señales del listado de puntos. Los datos entre el controlador y los módulos de entradas/salidas se intercambian a través del bus de comunicación P-bus formado por 3 hilos de 0,75 mm² de sección.

El cuadro de control CC-1 recogerá las señales de la producción de calor, producción de frío y de Agua Caliente Sanitaria (A.C.S.) existiendo un total de 131 señales (EAP=26, EAA=3, ED=66, SAP=5, SD=31), mientras el cuadro de control CC-2 recogerá las señales de los climatizadores y los extractores, las cuales hacen un total de 121 puntos (EAP=6, EAA=21, ED=48, SA=16, SD=30).

A continuación, se muestra una tabla resumen (Tabla XI), con el tipo y número de módulos de cada uno de los cuadros de control (CC-1 y CC-2).


Tipo de Módulo	Número de Módulos en cada cuadro	
	CC-1: Producción calor/frío A.C.S	CC-2: Climatizadores Extractores
PTM1.4R1K	8	2
PTM1.2U10	2	11
PTM1.8D20	10	7
PTM1.4Y10S	3	4
PTM1.2Q250	16	16

Tabla XI: Resumen de los módulos de control utilizados

Para facilitar la instalación y el montaje de los equipos de control al personal de obra se generan esquemas eléctricos de los cuadros de control donde se representan los módulos de control y las señales de campo asociadas. En los Anexos 1.1 y 1.2 se muestran los esquemas eléctricos de los cuadros de control CC-1 y CC-2.

5.3.2 Cálculo de los controladores configurables

Para la regulación de los fancoils se opta por utilizar un controlador configurable y una sonda ambiente por cada fancoils, de esta manera se consigue un ajuste de las condiciones de confort de forma individual satisfaciendo los requisitos del usuario de cada zona. Por ello será necesario instalar un total de 232 controladores y sondas de temperatura ambiente.

A la hora de seleccionar el controlador más adecuado hay que tener presente que todos los fancoils de la instalación son a 4 tubos, es decir, tienen una batería de frío y una batería de calor independiente, por lo que deben contar con al menos 2 salidas para poder regular las válvulas de frío y de calor respectivamente. El controlador debe ser gestionado desde el puesto central para así poder programar su funcionamiento y modificar las consignas sin necesidad de tener que ir físicamente al emplazamiento donde se encuentre ubicado, para ello es necesario que cuente con comunicación, también debe permitir la conexión de un sonda externa de temperatura ambiente, un controlador que cumple con estos requisitos es el modelo RXC21.1 de Siemens que utiliza el protocolo de comunicación estándar LonWorks .

El protocolo de comunicación LonWorks fue fabricado por Echelon Corporation en 1990 y cuya principal ventaja es, que se trata de un protocolo de comunicación de libre disposición para ser implementado por cualquiera, es decir, se trata de un protocolo abierto que permite la coexistencia de equipos de distintos fabricantes en un mismo sistema.

Para elegir la sonda de temperatura ambiente más adecuada se buscará una sonda que cuente con al menos las siguientes características:

- Selector de la temperatura de consigna.
- Interruptor de Encendido/Apagado.
- Selector de las velocidades del ventilador.

A continuación, se muestra una fotografía (Figura 39) del controlador RXC21.1 y de la sonda QAX34.1 seleccionados para este proyecto [4].

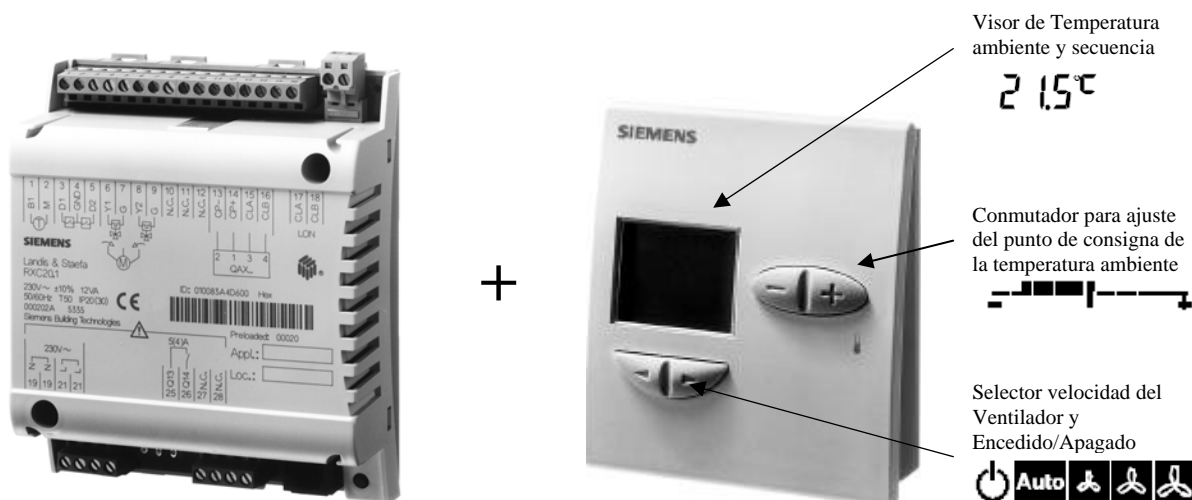


Figura 39: Controlador y sonda utilizados para la regulación de los fancoils

La sonda se debe instalar en un lugar en el que se pueda detectar la temperatura del aire de la manera más precisa posible sin que se vea afectada negativamente por: la radiación solar directa, fuentes de calor, refrigeración o corrientes de aire, la altura del montaje debe ser de 150cm sobre el suelo y alejada al menos a 20 cm de puertas o ventanas (Véase el ejemplo de la Figura 40).

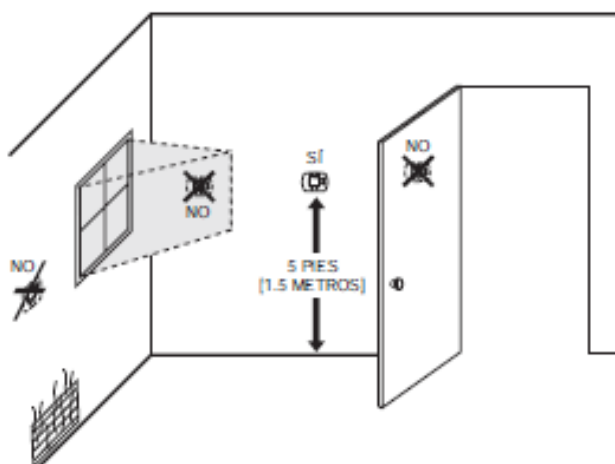


Figura 40: Montaje de la sonda de temperatura de los fancoils

5.4 TOPOLOGÍA Y CONEXIONADO DEL SISTEMA

En este apartado se define la arquitectura del proyecto (Figura 41), mostrando de forma esquemática las conexiones de los diferentes controladores integrantes en el proyecto que nos ocupa.

Los controladores se conectan entre sí mediante el bus de comunicación Lon, cable libre de halógenos compuesto por un par trenzado de $2 \times 0,8 \text{ mm}^2$, formando una arquitectura distribuida por el edificio. Este bus se conecta al router PXG80-N el cual transmite el protocolo Bacnet de Lon a Ethernet/IP permitiendo la conexión con el ordenador a través del conector RJ45.

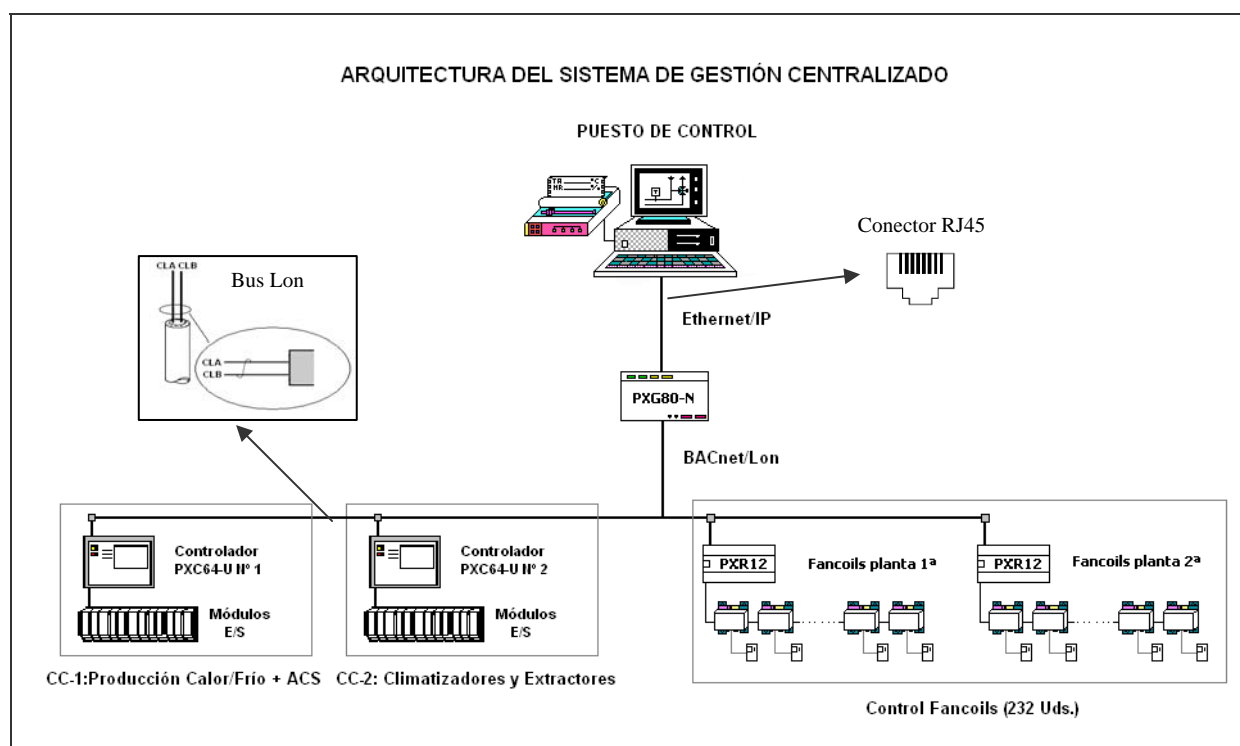


Figura 41: Arquitectura del Sistema de Gestión Centralizado

Capítulo 6: Presupuesto económico

En el *presente capítulo* se realizará el presupuesto económico del proyecto en el cual se incluirá tanto el precio de los equipos necesarios para la implementación del sistema (sondas, válvulas, actuadores, controladores...) como el precio de la mano de obra necesaria para la ejecución de los trabajos.

El presupuesto de este proyecto fin de carrera se presenta dividido en 6 capítulos distribuidos de la siguiente manera:

- I. **Puesto Central:** incluye los gastos del puesto de control o Nivel 1 del sistema de gestión: ordenador, impresora, monitor, software, etc.
- II. **Producción Calor/Frío y A.C.S. (CC-1):** incluye los gastos de controladores y del material de campo necesarios para el control de producción de calor, producción de frío y producción de agua caliente sanitaria.
- III. **Climatizadores y Extractores (CC-2):** incluye los gastos de controladores y del material de campo necesarios para el control de climatizadores y extractores.
- IV. **Control de Fancoils:** incluye los equipos necesarios para el control de fancoils.
- V. **Ingeniería y Programación:** contempla los costes de las partidas de ingeniería y programación necesarias para el desarrollo del proyecto.
- VI. **Instalación eléctrica de control:** incluye los costes de cableado y conexionado de los equipos de control.

En la Figura 42 se muestra un gráfico con el importe de cada uno de los capítulos.

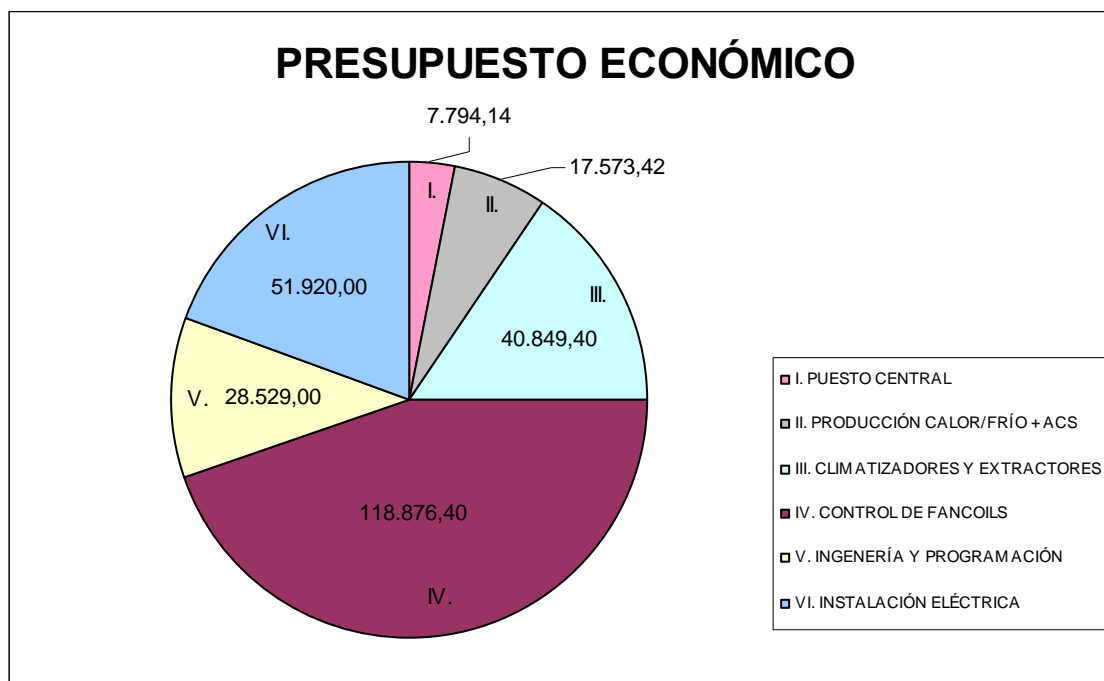


Figura 42: Gráfico del presupuesto económico

Es de destacar el elevado coste que supone el capítulo IV. *Control de Fancoils*, al incluir el suministro de los 232 controladores necesarios. Pero la inversión es rentabilizada en pocos años como consecuencia del importante ahorro de energía que supone la integración del control de los fancoils en el sistema de gestión.

También cabe mencionar el porcentaje que supone para el total del presupuesto las partidas incluidas en los capítulos V. *Ingeniería y Programación* y VI. *Instalación eléctrica*, ambas partidas suponen un 30% del importe total del proyecto. Esto es debido a que son partidas de mano de obra que requieren para su ejecución de la presencia de personal cualificado, mientras las partidas incluidas en los capítulos I al IV únicamente engloban suministro de materiales (Véase Figura 43).

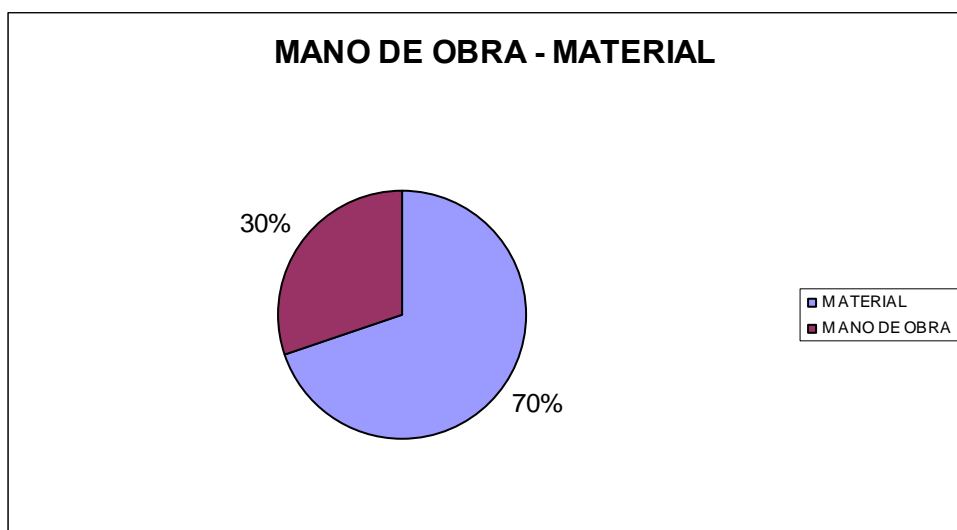


Figura 43: Gráfico del material y de la mano de obra

A continuación se muestra el presupuesto desglosado para la implantación del sistema de gestión planteado en este proyecto.

Cant.	Descripción	P.Unitario	Importe
CAPÍTULO 1: PUESTO CENTRAL			
1	ES2:WSFSWXP Ordenador sobremesa Fujitsu Siemens WSFSWXP: PC Fujitsu Siemens ESPRIMO P5925 Top//Intel Core 2 Duo E6750//1 GB//250 GB//DVD-RW Super Multi//Vista Business + VFY Bus suite + TwinLoad, Win XP + Puerto paralelo + 2 Puertos serie, teclado y ratón.	1607,2	1.607,20
1	ES2:MFS17P Monitor plano 17"FUJITSU-SIEMENS MFS17P: Monitor FUJITSU-SIEMENS TFT 17" // B17-1 pantalla plana.	556,8	556,80
1	ES2:EPSONSTYLUSD78 Impresora Epson Stylus Color EPSONSTYLUSD78: Impresora Epson Stylus Color D78/FR 22ppm 5760dpi A4 USB.	180,52	180,52
1	ES2:DLT-BASIC01 Módulo licencia Desigo DLT-BASIC01: Módulo Desigo Insight.	3116,22	3.116,22
1	ES2:DLT-CMD01 Dongle vacío DLT-CMD01: Dongle vacío.	321,3	321,30
1	BPZ:PXG80-N Bacnet Router LON-Ethernet/IP PXG80-N: Router Bacnet con protocolo LON / ethernet IP que permite la integración de los controladores Desigo PX en el sistema de gestión.	1269,3	1.269,30
1	ES2:PIXV 1 Cuadro eléctrico para 1 PXG80-N+1 ó 1HUB PIXV 1: Cuadro eléctrico para 1 PXG80-N+1 ó 1HUB.	742,8	742,80
TOTAL CAPÍTULO 1			7.794,14
CAPÍTULO 2: PRODUCCIÓN CALOR/FRÍO Y A.C.S. (CC-1)			
Controladores CC-1			
1	BPZ:PXC64-U Controlador PX (64 lu) PXC64-U: Unidad de proceso de libre configuración (E/S), con comunicación LON para todo tipo de funciones de control y monitorización en instalaciones técnicas de edificios, 64 unidades de carga.	2208,9	2.208,90
8	BPZ:PTM1.4R1K Módulo 4 Entradas ni1000 Módulo valor de medida para sondas de temperatura LS Ni1000 Ohm, con 4 entradas independientes.	166,9	1.335,20
2	BPZ:PTM1.2U10 Módulo medidas 0-10v Módulo valor de medida con 2 entradas independientes 0,,10 V CC.	141,7	283,40
10	BPZ:PTM1.8D20E Módulo 8 Entradas digitales Módulo de señalización de 8 entradas de estado independientes, Para adquirir señales de contactos libres de potencial y de conmutadores electrónicos, sin indicación.	156,5	1.565,00
3	BPZ:PTM1.4Y10S Módulo 4 Salidas analógicas Módulo de posición con 4 salidas independientes para señales de posición modulantes de 0,,10 V CC con memoria del valor de la señal de posición si falla la transmisión.	272,8	818,40
16	BPZ:PTM1.2Q250 Módulo Salida Mando sin f-b Módulo de dos salidas de control on/off independientes libres de potencial y contactos conmutados no mantenidos sin tensión de alimentación.	111,7	1.787,20
TOTAL Controladores CC-1			7.998,10
Elementos de campo CC-1			
4	BPZ:QVE1900 INTERRUPTOR DE FLUJO 15 (8)/24..250 Vca QVE1900: INTERRUPTOR DE FLUJO 15 (8) / 24..250 Vca. Pres. Max. 11 Bar.	157,18	628,72
3	BPZ:FGT-PT1000 Sonda TEMP. HUMOS Pt1000 FGT-PT1000: Sonda de temperatura de humos con sensor Pt1000.	300,7	902,10
26	BPZ:QAE2120.010 Sonda temp. inmersión;LG-Ni1000;100mm QAE2120.010: Sonda de temperatura de inmersión con sensor Ni1000; rango -30..130 °C; PN10; vaina de latón G1/2", 100 mm.	75,93	1.974,18
2	BPZ:VXG41.50 Válvula 3 vías PN16 Válvula de 3-vías, cuerpo de bronce RG5, rosca G 2 3/4B según ISO 228/1. Temp. del medio -25...+130 °C. Carrera 20 mm. PN16 - DN50, Kvs 40 m3/h.	407,03	814,06
2	BPZ:SQX62 Actuador eléctrico Actuador eléctrico IP54 / 700N para válvulas con carrera de 20 mm. Mando manual con retorno automático al modo de control. Protección contra sobrecargas, con carcasa aluminio fundido . Señal 0..10 V CC ó 4..20 mA. Tiempo de carrera 35 s. Alimentación 24 V CA.	430,87	861,74



6. PRESUPUESTO ECONÓMICO

1	BPZ:ALG503 Racord 2" (3 unidades) ALG503: Racord 2" (3 unidades). Fundición maleable pavonada.	35,88	35,88
4	ES2:61F-GP INTERRUPTOR DE NIVEL PARA LÍQUIDOS Regulador de nivel conductivo, capacidad de retorno del conducto 5A/220V C.A.	116,12	464,48
2	BPZ:M3P80FY Valv. 3 vías PN16 ind. posic. Válvula de tres vías mezcladora control modulante con actuador magnético para control de agua enfriada y caliente, PN16 con conexiones por bridas Temp, 2...+120 °C - Kvs 80 m3 - DN80, IP31, Dispone de posicionador.	1947,08	3.894,16
TOTAL Elementos de campo CC-1			9.575,32
TOTAL CAPÍTULO 2			17.573,42
CAPÍTULO 3: CLIMATIZADORES Y EXTRACTORES (CC-2)			
Controladores CC-2			
1	BPZ:PXC64-U Controlador PX (64 lu) PXC64-U: Unidad de proceso de libre configuración (E/S), con comunicación LON para todo tipo de funciones de control y monitorización en instalaciones técnicas de edificios, 64 unidades de carga.	2208,9	2.208,90
2	BPZ:PTM1.4R1K Módulo 4 Entradas ni1000 Módulo valor de medida para sondas de temperatura LS Ni1000 Ohm, con 4 entradas independientes.	166,9	333,80
11	BPZ:PTM1.2U10 Módulo medidas 0-10v Módulo valor de medida con 2 entradas independientes 0,,,10 V CC.	141,7	1.558,70
7	BPZ:PTM1.8D20E Módulo 8 Entradas digitales Módulo de señalización de 8 entradas de estado independientes, Para adquirir señales de contactos libres de potencial y de conmutadores electrónicos, sin indicación	156,5	1.095,50
4	BPZ:PTM1.4Y10S Módulo 4 Salidas analógicas Módulo de posición con 4 salidas independientes para señales de posición modulantes de 0,,,10 V CC con memoria del valor de la señal de posición si falla la transmisión.	272,8	1.091,20
16	BPZ:PTM1.2Q250 Módulo Salida Mando sin f-b Módulo de dos salidas de control on/off independientes libres de potencial y contactos conmutados no mantenidos sin tensión de alimentación.	111,7	1.787,20
TOTAL Controladores CC-2			8.075,30
Elementos de campo CC-2			
18	BPZ:QBM81-3 Presostato diferencial 300 pa Presostato de presión diferencial IP54, con accesorios, para la detección de flujo en conductos de aire o alarma de filtro colmatado, rango de medida 20 .. 300 Pa.	72,7	1.308,60
6	BPZ:QAM2120.040 Sonda temp. conducto; LG-Ni 1000; 400 mm QAM2120.040: Sonda pasiva de temperatura de conducto con sensor Ni1000; rango -50..80 °C; longitud de capilar 400 mm.	71,46	428,76
2	BPZ:VXF41.92 Válvula 3 vías PN16 DM150 Válvula de 3-vías de hierro fundido GG20/25 , embridada según ISO 7005, temperatura del medio -25...+130 °C; carrera 40 mm; PN16; DN150; Kvs 300 m3/h.	3406,56	6.813,12
1	BPZ:VXF41.90 Valv. 3 vías PN16 DM100 VXF41.90: Válvula de 3-vías de hierro fundido GG20/25 , embridada según ISO 7005, temperatura del medio -10...+150 °C; carrera 40 mm; PN16; DN100; Kvs 124 m3/h.	1853,46	1.853,46
2	BPZ:VXF41.80 Válvula 3 vías PN16 DM80 Válvula de 3-vías de hierro fundido GG20/25 , embridada según ISO 7005, temperatura del medio -25...+130 °C; carrera 40 mm; PN16; DN80; Kvs 78 m3/h.	1406,48	2.812,96
4	BPZ:VXG41.50 Válvula 3 vías PN16 Válvula de 3-vías, cuerpo de bronce RG5, rosca G 2 3/4B según ISO 228/1. Temp. del medio -25...+130 °C. Carrera 20 mm. PN16 - DN50, Kvs 40 m3/h.	407,03	1.628,12
4	BPZ:ALG503 Racord 2" (3 unidades) ALG503: Racord 2" (3 unidades). Fundición maleable pavonada.	35,88	143,52
1	BPZ:VXG41.40 Válvula 3 vías PN16 Válvula de 3-vías, cuerpo de bronce RG5, rosca G 2 1/4B según ISO 228/1. Temp. del medio -25...+130 °C. Carrera 20 mm. PN16 - DN40, Kvs 25 m3/h.	364,23	364,23
1	BPZ:ALG403 Racord 1 1/2" (3 unidades) ALG403: Racord 1 1/2" (3 unidades).Fundición maleable pavonada.	21,36	21,36

2	BPZ:VXG41.25 Válvula 3 vías PN16 Válvula de 3-vías, cuerpo de bronce RG5, rosca G 1 1/2B según ISO 228/1. Temp. del medio -25...+130 °C. Carrera 20 mm. PN16 - DN25, Kvs 10 m3/h.	292,65	585,30
2	BPZ:ALG253 Racord 1" (3 unidades) ALG253: Racord 1" (3 unidades).Fundición maleable pavonada.	13,44	26,88
5	BPZ:SKC62 Actuador hidráulico Actuador electro-hidráulico IP54 / 2800 N para válvulas con carrera de 40 mm, mando manual, protegido contra sobrecargas, carcasa de aluminio. 0..10 V CC. Función muelle de retorno. Alimentación 24 V CA.	1174,66	5.873,30
7	BPZ:SQX62 Actuador eléctrico Actuador eléctrico IP54 / 700N para válvulas con carrera de 20 mm. Mando manual con retorno automático al modo de control. Protección contra sobrecargas, con carcasa aluminio fundido . Señal 0..10 V CC ó 4..20 mA. Tiempo de carrera 35 s. Alimentación 24 V CA.	430,87	3.016,09
9	BPZ:GEB161.1E Act. rot. 0/0 vcc, 24vca, 15nm Actuador rotativo para compuertas de aire 15 Nm, sin muelle de retorno, Botón para mando manual, Con placa base de acero, cable de conexión de 0,9 m, IP54, 0-10 V CC - 24 V CA	179,90	1.619,10
9	BPZ:QPA63.1 Sonda ambiente CAI sensor CO2, 0...10 V QPA63.1: Sonda de ambiente para Calidad de Aire Interior con sensor de CO2, salida 0 ... 10 V CC	479,00	4.311,00
3	BPZ:QFA3160 Sonda precisión ambte. combinada Hr+T QFA3160: Sonda de precisión combinada (Hr+T) para ambiente, señales activas 0...10 V CC.	323,00	969,00
3	BPZ:QFM3160 Sonda combinada precisión Hr+T (activas) QFM3160: Sonda de precisión de conducto combinada para humedad relativa y temperatura, señales activas 0..10 V CC; rangos de utilización: 0..100 % Hr; -40...+70°C.	333,10	999,30
TOTAL Elementos de campo CC-2			32.774,10
TOTAL CAPÍTULO 3			40.849,40
CAPÍTULO 4: CONTROL DE FANCOILS			
2	BPZ:PX12 Cont. PX 120 resigo RXC PX12: Controlador de sistemas con protocolo LON que permite la integración de los controladores Desigo RX (120 unidades) en el sistema de gestión.	2070,4	4.140,80
232	BPZ:RXC21.1/00021 Controlador d-rx 3 velocidades Controlador de temperatura ambiente DESIGO RX, con comunicación LONMARK, sensor de Temp.. NTC, rango 5..40 °C, 2 salidas 24 V CA (PWM) o 3-puntos, 3 salidas para ventilador, alimentación 230 V CA.	226,4	52.524,80
232	BPZ:QAX34.1 Und.ambiente d-rx con display Unidad para adquisición de Temp.. Ambiente, corrector de consigna, selección de estado , control del ventilador (3V) y pantalla LCD, IP30 con interfaz (servicio) LON y PPS2 en RJ45, rango 0..40 °C, compatible con DESIGO RX.	124,00	28.768,00
232	BPZ:VXP47.10-0.63 Válvula on/off 3 vías kv=0,63 Válvula de 3-vías con cuerpo de bronce RG5 para unidades terminales; conexiones roscadas G1/2B; temperatura del medio 1..110 °C, carrera 2,5 mm; PN16; DN10; Kvs 0,63 m3/h .	28,08	6.514,56
232	BPZ:VXP47.10-1 Válvula on/off 3 vías kv=1 Válvula de 3-vías con cuerpo de bronce RG5 para unidades terminales; conexiones roscadas G1/2B; temperatura del medio 1..110 °C, carrera 2,5 mm; PN16; DN10; Kvs 1 m3/h .	28,08	6.514,56
464	BPZ:ALG133 Racord 3/8" válvula G1/2" (3 unidades) ALG133: Racord 3/8" válvula G1/2" (3 unidades).	11,88	5.512,32
232	BPZ:SSP81 Act. Motorico on/off 3p 24v Actuador electromotorizado para válvulas de unidades terminales. Con carrera de 2,5 ..5,5 mm autoajustable, indicación de posición, ajuste manual y cable de conexión enchufable. Montaje directo rosca manual sin herramientas. 100 N. 3-puntos. Alimentación 24 V.	64,23	14.901,36
TOTAL CAPÍTULO 4			118.876,40

CAPÍTULO 5: INGENIERÍA Y PROGRAMACIÓN			
1	ES2:ART.302.N.BAU Ingeniería y programación HBAUIP: Creación de la base de datos (listado de señales, descripción de funciones, parámetros y consignas), esquemas de principio, esquemas eléctricos, programación de los equipos microprocesadores, y de la unidad central (incluyendo la generación de esquemas gráficos), análisis funcional y elaboración de la memoria de funcionamiento. Comprende la asistencia técnica y supervisión en obra de la instalación y del conexionado de equipos suministrados, así como la puesta en marcha de los equipos a controlar. Entrega de un dossier técnico completo, por triplicado, actualizado al final de la obra, que comprenderá: memoria de funcionamiento, esquemas de principio y eléctricos, listado de puntos, programación y documentación técnica de cada uno de los componentes. Incluye la formación in situ del personal designado por el usuario en la utilización y manejo del sistema, después de la puesta en marcha.	28.529,09	28.529,09
TOTAL CAPÍTULO 5			28.529,09
CAPÍTULO 6: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE CONTROL			
1	ES2:ART:406.1.BAU BAJA - Instalación Eléctrica ART:406.1.BAU: Instalación eléctrica para el sistema de control realizada bajo tubo flexible y bajo tubo PVC rígido en zonas vistas. Especificaciones del cableado: Entrada analógica de sonda pasiva. • Hasta 150 metros 2x1+P mm2 • Hasta 250 metros 2x1,5+P mm2 Entrada analógica de sonda activa. • Hasta 100 metros 3x1,5+P mm2 • Hasta 170 metros 3x2,5+P mm2 Entrada digital. • Hasta 270 metros 2x1 T mm2 Salida analógica. • Hasta 100 metros 3x1,5 mm2 • Hasta 200 metros 3x2,5 mm2 Salida digital. • Hasta 100 metros 2x1 mm2 • Hasta 300 metros 2x1,5 mm2 Salida digital actuador a tres puntos. • Hasta 100 metros 3x1 mm2 • Hasta 300 metros 3x1,5 mm2 Bus enlace controladores Bus Lon (enlace controladores PXC...) • Manguera 2x1x1,5 mm Ø (mínimo) T+P Impedancia 120 O a 100kHz. NOTA IMPORTANTE: • La instalación eléctrica de control incluye la instalación de líneas de conexionado entre los equipos de campo y los cuadros eléctricos o unidades terminales, así como bus de comunicación. NO SE INCLUYE la acometida de fuerza a los cuadros ni unidades terminales.	51.920,00	51.920,00
TOTAL CAPÍTULO 6			51.920,00
RESUMEN CAPÍTULOS			
CAPÍTULO 1: PUESTO CENTRAL			7.794,14
CAPÍTULO 2: PRODUCCIÓN CALOR/FRÍO Y A.C.S. (CC-1)			17.573,42
CAPÍTULO 3: CLIMATIZADORES Y EXTRACTORES (CC-2)			40.849,40
CAPÍTULO 4: CONTROL DE FANCOILS			118.876,40
CAPÍTULO 5: INGENIERÍA Y PROGRAMACIÓN			28.529,09
CAPÍTULO 6: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE CONTROL			51.920,00
TOTAL			265.542,45
I.V.A. 18 %			47.797,64
TOTAL OFERTA			313.340,09



Capítulo 7: Pliego de condiciones

7.1 CONDICIONES GENERALES

Las condiciones y cláusulas a las que se hacen referencia en el presente pliego de condiciones tratan sobre la realización y contratación efectiva por parte de persona física o jurídica de la implantación de un sistema de gestión para el control de la climatización del edificio, las condiciones generales para el desarrollo y aplicación del presente proyecto se describen a continuación:

- ❑ El contratista no tendrá facultad para efectuar cambios sobre el desarrollo y el objeto del presente proyecto. En cualquier caso será obligación de la parte contratista la consulta con la dirección facultativa del proyecto respecto a la interpretación de las directrices descritas en este proyecto.
- ❑ La contratación de este proyecto se regirá por la norma UNE 24042:1985 [9], acerca de las condiciones generales para la contratación de obras.
- ❑ En cualquier caso se entenderán aceptados por el contratista los condicionantes recogidos en dicha norma, aún cuando no se vean reflejados en el presente pliego de condiciones.
- ❑ Se dará el caso de obra incompleta, salvo fuerza mayor, cuando no se logre completar las obras en el plazo concertado.
- ❑ Se entenderá como causa de fuerza mayor, las recogidas como tales en la reglamentación citada anteriormente. Cualquier otra causa no recogida en dicha reglamentación no será considerada de fuerza mayor.
- ❑ No se aceptarán otras condiciones que las que hayan sido convenidas de mutuo acuerdo y por escrito. En cualquier caso si alguna de estas condiciones modificara el presente proyecto en alguna de sus partes, habrá de hacerse constar, en documento firmado que refleje la aceptación por partes contratantes. En caso contrario, se entenderá la modificación como no aceptada y podrá ser causa de rescisión del contrato y declinación de toda responsabilidad de anomalía que pueda causar dicha modificación.
- ❑ Será causa de anulación de contrato, alteraciones en medidas y/o características sin consulta y aprobación previa por la dirección facultativa. A tal fin, el contratista está obligado a dar a conocer a la dirección facultativa el uso que se pretende dar a cada parte del proyecto.

También está obligado a prever que aunque algunos pequeños detalles acerca de la realización del proyecto no están descritos con total detalle, esto no implica el total desarrollo del mismo.

- ❑ Las partes contratantes se comprometen, desde la fecha de la firma del contrato, a llevar a cabo todo lo que en el mismo se estipula.
- ❑ Ante la reclamación de cualquiera de las partes contratantes, o discrepancia en lo concerniente en cuanto al cumplimiento de lo firmado, las partes se someten a los Juzgados y Tribunales de Madrid, con renuncia a cualquier otro fuero que pudiera corresponderles.
- ❑ A la firma del contrato, la parte vendedora queda comprometida a facilitar a la otra parte toda la información necesaria para la instalación y buen funcionamiento de los equipos. Así mismo la parte compradora entregará al fabricante todas las características distintivas del sistema al cual se destina el equipo adquirido y aquellas otras que time oportunas para el necesario conocimiento del mismo a efectos del diseño del citado equipo.
- ❑ El plazo de entrega se realizará en un plazo no superior a un año desde la fecha de formalización del contrato, quedando reservado un periodo no superior a dos meses para la instalación y puesta en marcha del sistema.
- ❑ La firma del presente pliego de condiciones supone la aceptación de la normativa vigente aplicable al proyecto en cuestión y que se entiende de obligado cumplimiento para el contratista.

7.2 ESPECIFICACIONES SOBRE MATERIALES Y EQUIPOS

Las condiciones que se refieren a los diferentes materiales y equipos empleados en el presente proyecto son las siguientes:

- ❑ Los suministros se realizarán ajustándose a lo indicado por el comprador a la hora de formalizar el pedido. Estas indicaciones pueden hacer referencia a la capacidad, cantidad, condiciones del equipo y materiales utilizados.
- ❑ Todos los ensayos y pruebas de los equipos se regirán mediante la reglamentación y normativas de la Asociación de la Empresa de Electrónica. A estos ensayos y pruebas podrá

asistir, si así se hubiese convenido, el comprador o un representante suyo con aptitud técnica oficialmente reconocida.

- ❑ Se proveerá en el lugar de la instalación, una línea de tensión alterna de 220V - 50Hz, así como las protecciones magnetotérmicas adecuadas al sistema a instalar.
- ❑ Igualmente deberá estar disponible un lugar para un emplazamiento cuyas dimensiones físicas y condiciones ambientales sean las mínimas especificadas.
- ❑ La instalación de equipos suplementarios, quedan a cargo del cliente, de forma que cualquier retraso debido a alguna de estas causas, será tenido en cuenta en el plazo de entrega.

7.2.1 Garantía

Existirá un plazo de garantía de un año a partir de la fecha de entrega del equipo, para hacer frente a cualquier defecto técnico que pueda presentarse.

Dicha garantía queda sin efecto si se demuestra que el equipo ha sido objeto de manipulación o utilización indebida.

Durante el plazo de garantía, la totalidad de los gastos originados por las reparaciones, serán atendidos por la parte vendedora.

Cumplido dicho plazo de garantía, el fabricante queda obligado previo pago a encargarse de la reparación del equipo y de suministrar los repuestos necesarios durante un plazo de 5 años. Fuera de este plazo quedará a su criterio el atender o no a los requerimientos que le pueda formular el comprador.

7.2.2 Transporte

El envío o transporte de las mercancías o productos correrá por cuenta de la parte compradora, quedando a su cargo los gastos de embalaje, transporte y aduanas si fuera preciso.

Si el envío o las entregas se retrasasen a petición del cliente, en ambos casos, los posibles riesgos de deterioro existentes sobre los equipos y productos objeto del pedido, pasaran a ser responsabilidad del cliente a partir del día de hallarse el pedido listo para su envío. Además a partir de los quince días de avisarse al cliente, los gastos de almacenaje.

El vendedor está obligado a efectuar, a petición y o por encargo del cliente los seguros que éste solicite.

Las reclamaciones por este concepto deberá formularlas la parte compradora, aunque hubiera actuado por cuenta del fabricante, quedando éste en libertad de elegir los medios y líneas de transporte así como el puerto o estación de destino salvo estipulación especial.

7.2.3 Reserva de dominio

La condición fundamental es, en todo caso y frente a terceros que, el fabricante conserva la plena propiedad de todo el material, o equipo que se suministre, no transfiriéndose esta propiedad, por el hecho de la entrega, mientras no esté plena y satisfactoriamente cumplida la condición recíproca del pago del importe total del pedido.

La parte compradora vendrá obligada a conservar en su poder las mercancías con toda diligencia y cuidado, asegurándolas por su cuenta contra todo riesgo.

En caso de incumplimiento de cualquiera de las obligaciones por la parte compradora el fabricante podrá optar por reivindicar el material suministrado, retirándolo de donde se encuentre sin necesidad de mediar autorización alguna, o podrá optar por pedir que se conforme la venta, exigiendo el pago al contado de la parte aún no pagada del pedido reclamado.

7.2.4 Disponibilidad de la información técnica

Los datos o materiales correspondientes a la oferta relativa al pedido: como planos, dibujos y datos referentes a características técnicas o dimensionales, tienen solo un valor normativo aproximado y orientativo, en tanto que no se indique expresamente como obligatorios.

En cuanto a los presupuestos, planos y otras materias de información, el fabricante y la dirección facultativa se reservan los correspondientes derechos de propiedad intelectual y de autor. Dicho material no puede hacerse accesible a terceras partes sin la correspondiente autorización de la dirección facultativa.

Los planos, dibujos y demás material de estudio relativo al proyecto del pedido deberán ser devueltos sin demora, si así se solicitase y en el caso de que la oferta no fuese aceptada.

El material aportado por el presente proyecto no podrá ser reproducido o copiado por medios físicos o informáticos sin autorización previa por escrito de la dirección facultativa.

7.3 CONDICIONES ECONÓMICAS

Todos los precios que figuran en el presupuesto del presente proyecto vigentes en el momento de su elaboración tienen una validez de 120 días a partir de su fecha de elaboración.

Las condiciones económicas propuestas en el presente proyecto se harán efectivas de la siguiente manera:

- 20% del total al hacer firme la orden de ejecución.
- 30% del total al terminar la fase de diseño del mismo.
- 40% del total a la entrega el mismo.
- Quedando reservado un 10% del total en concepto de garantía de mantenimiento durante un año, a partir de la puesta en funcionamiento del sistema.

Los pagos anteriormente citados se realizarán mediante transferencia bancaria a 85 días fecha de facturación cumpliendo con la Ley 15/2010, de 5 de Julio de 2010.



Capítulo 8: Conclusiones y Trabajo Futuro

8.1 CONCLUSIONES

En el presente proyecto se ha desarrollado la implantación de un sistema de gestión centralizado para el control de la climatización de un edificio de oficinas, consiguiéndose así las condiciones de confort óptimas.

Por otro lado, mediante el control automatizado de la climatización, se obtiene una reducción de los costes generales de explotación del edificio debido a:

- **La disminución del consumo de energía eléctrica.** Este ahorro es consecuencia de:
 - La optimización del arranque/parada de los equipos.
 - El funcionamiento alterno de los equipos evitando el desgaste prematuro de los mismos.
 - La desconexión de los equipos en periodos de baja demanda de frío o calor.
 - El arranque escalonado y programado de los equipos para evitar picos de consumo.
- **El ahorro en labores de mantenimiento y de reparación.** Al monitorizar la instalación se consigue:
 - Centralizar y conocer inmediatamente las averías.
 - Obtener información sobre: las horas de funcionamiento de cada equipo, el número de veces que ha arrancado o parado, las averías que se han repetido o la fecha de la última avería, etc.
 - Almacenar un histórico de la instalación con fechas y horas de cada evento.
 - Parar los equipos automáticamente en las condiciones que previamente se han determine.
- **La mejora en la gestión del personal.** Una instalación con supervisión y gestión energética, no reduce la plantilla de personal de mantenimiento, pero si permite la dedicación de sus esfuerzos al mantenimiento preventivo y correctivo, en lugar de a la conducción de la instalación.

Para llevar a cabo este Proyecto, se han utilizado controladores, sensores y válvulas del fabricante Siemens.

8.2 TRABAJO FUTURO

Como ampliación a este proyecto, de implantación de un sistema de gestión centralizado, cabe la posibilidad de integrar en el sistema el control de alumbrado del edificio mediante PLC's (autómatas programables). Así se permitiría, por ejemplo, el apagado automático de las filas de luminarias más próximas a las ventanas, mediante el empleo de sensores de luminosidad y detectores de presencia. También sería posible la regulación de la iluminación exterior en función de la radiación solar. De este modo, estaría integrado el encendido y apagado de toda la iluminación del edificio en el mismo sistema de gestión que la climatización.

Otra ampliación a desarrollar sería la implementación del sistema de PCI (Protección Contra Incendios) mediante la integración de las centrales de incendios en nuestro sistema de gestión, permitiéndose además, la visualización por plantas del edificio, de los elementos de la red de incendios (pulsadores, detectores, etc.). Se facilitaría así, la localización de los mismos en caso de anomalías o sectorización de los posibles focos de incendios.

El sistema desarrollado en este proyecto se trata de un sistema abierto basado en estándares de comunicación globales como: BACnet, LonMark, KNX/EIB, lo que permite, como línea de trabajo futura, la integración de equipos de otros fabricantes en nuestro sistema.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Easy VASP “Programa de selección de válvulas y actuadores”. Building Technologies Group 2006.
- [2] Ministerio de la Presidencia. Modificación del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. *Real Decreto* 1826/2009, 27 de Noviembre de 2009. Madrid: BOE 2009.
- [3] Tobias Brügger, Margrit Wandeler. “Introducción a las Técnicas de Regulación y Control Informático, aplicadas a las instalaciones de HVAC”. Staefa Internatonal Training Centre, Junio de 1990.
- [4] Catalogo Productos Siemens. Disponible [Internet]:<https://hit.sbt.siemens.com/HIT/fs_global.aspx?RC=ES&LANG=es&ACTION=ShowGroup&MODULE=Catalog>.
- [5] Thomas L. Floyd. “Fundamentos de Sistemas Digitales”. Pearson Educación. 2006.
- [6] Ministerio de la Presidencia, “Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios” (RITE). España: Paraninfo, 1999.
- [7] Ministerio de Sanidad y Consumo, “Criterios Higiénico-Sanitarios. Prevención y control de Legionelosis”. *Real Decreto* 865/2003, 4 de Julio de 2003. Madrid: BOE, 2003.
- [8] AENOR. Componentes de canalizaciones. Definición y selección de DN (diámetro nominal). UNE-EN ISO 6708:1996. Madrid: AENOR, 1996.
- [9] AENOR. Contratación de obras. Condiciones generales. UNE 24042:1958. Madrid: AENOR, 1958.



ANEXO 1.1:

Esquemas Eléctricos del Cuadro de Control 1



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

Departamento de Tecnología Electrónica
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL – ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

PROYECTO FIN DE CARRERA

Sistema de Gestión Centralizado para el Control de la Climatización de un Edificio

CÁLCULOS



Edificio de oficinas en las Tablas

ESQUEMAS ELÉCTRICOS DEL SISTEMA DE CONTROL

CUADRO DE CONTROL: CC - 1
SITUACIÓN: Sala de Máquinas

CONTROLADORES

BUS	DIR	TIPO	SISTEMA CONTROLADO
1	31	PXC64-U	PRODUCCIÓN DE FRÍO PRODUCCIÓN DE CALOR PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA

CC - 1

PROYECTO FIN DE CARRERA

SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADO PARA EL
CONTROL DE LA CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO

Autora: Laura Bermejo Pérez

CUADRO DE CONTROL

Nombre: CC - 1
Situación: Sala de Máquinas

CONTROLADOR:

Nombre: PXC64-U
Dir.: 31 Bus: 1
Tipo: MODULAR

Editor: LBP

Fecha: 25/06/11

Versión:

Hoja Nº: 114

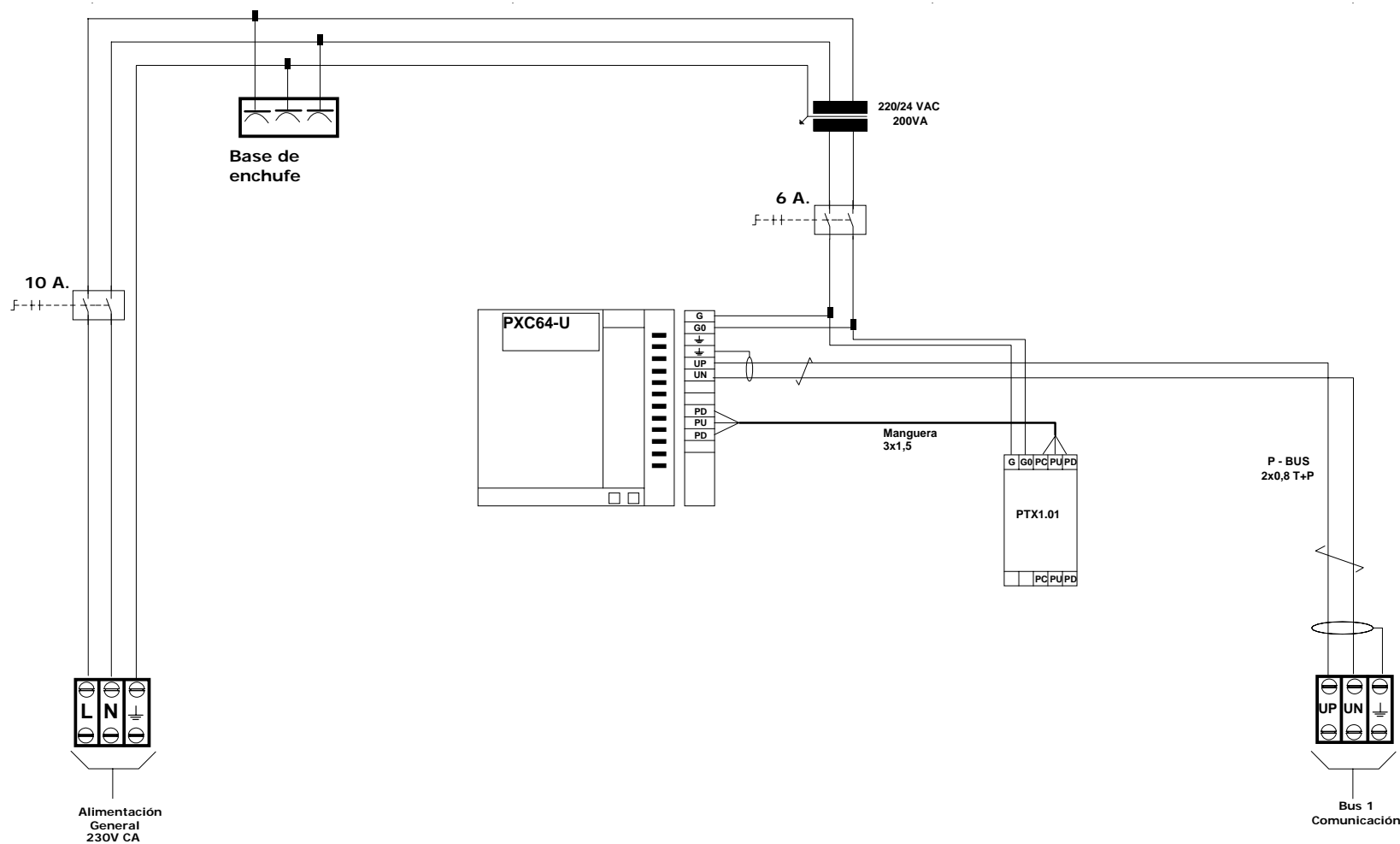


UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Departamento de Tecnología Electrónica
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL – ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
PROYECTO FIN DE CARRERA



Sistema de Gestión Centralizado para el Control de la Climatización de un Edificio

CÁLCULOS



CC - 1

PROYECTO FIN DE CARRERA

SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADO PARA EL CONTROL DE LA CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO

Autora: Laura Bermejo Pérez

CUADRO DE CONTROL

Nombre: CC - 1
Situación: Sala de Máquinas

CONTROLADOR:

Nombre: PXC64-U
Dir.: 31
Tipo: MODULAR
Bus: 1

Editor: LBP

Fecha: 25/06/11

Versión:

Hoja Nº: 115



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Departamento de Tecnología Electrónica
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL – ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
PROYECTO FIN DE CARRERA



Sistema de Gestión Centralizado para el Control de la Climatización de un Edificio

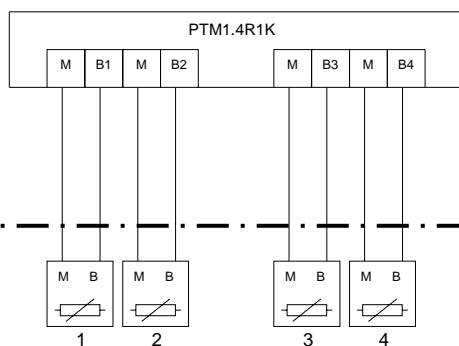
CÁLCULOS

Ficha

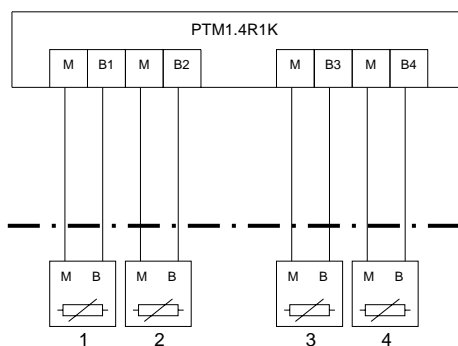
CAMPO
C.CONTROL

Elemento de campo
Descripción de señal

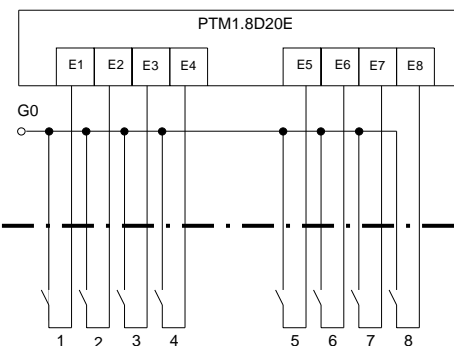
1



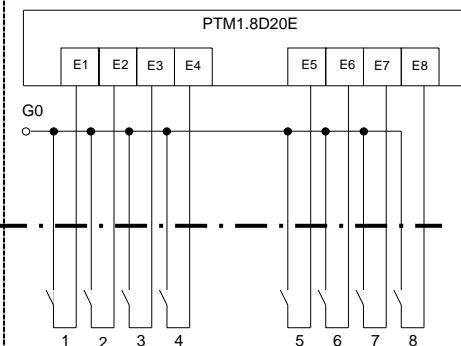
2



3



4



- | | |
|---|--|
| 1 | QAE2120.010
{Prod Frío} Temp Impulsión Enfriadora 1 |
| 2 | QAE2120.010
{Prod Frío} Temp Retorno Enfriadora 1 |
| 3 | QAE2120.010
{Prod Frío} Temp Impulsión Enfriadora 2 |
| 4 | QAE2120.010
{Prod Frío} Temp Retorno Enfriadora 2 |

- | | |
|---|--|
| 1 | QAE2120.010
{Prod Frío} Temp Retorno Cl's |
| 2 | QAE2120.010
{Prod Frío} Temp Retorno Fancoils |
| 3 | QAE2120.010
{Prod Frío} Temp impulsión Fancoils |
| 4 | |

- | | |
|---|---|
| 1 | CONTACTO NA
{Prod Frío} Estado Enfriadora 1 |
| 2 | CONTACTO NA
{Prod Frío} Alarma Enfriadora 1 |
| 3 | QVE1900
{Prod Frío} Flujo Enfriadora 1 |
| 4 | CONTACTO NA
{Prod Frío} Estado B1 Enfriadora 1 |
| 5 | CONTACTO NA
{Prod Frío} Estado B2 Enfriadora 1 |
| 6 | CONTACTO NA
{Prod Frío} Alarma B1 Enfriadora 1 |
| 7 | CONTACTO NA
{Prod Frío} Alarma B2 Enfriadora 1 |
| 8 | |

- | | |
|---|---|
| 1 | CONTACTO NA
{Prod Frío} Estado Enfriadora 2 |
| 2 | CONTACTO NA
{Prod Frío} Alarma Enfriadora 2 |
| 3 | QVE1900
{Prod Frío} Flujo Enfriadora 2 |
| 4 | CONTACTO NA
{Prod Frío} Estado B1 Enfriadora 2 |
| 5 | CONTACTO NA
{Prod Frío} Estado B2 Enfriadora 2 |
| 6 | CONTACTO NA
{Prod Frío} Alarma B1 Enfriadora 2 |
| 7 | CONTACTO NA
{Prod Frío} Alarma B2 Enfriadora 2 |
| 8 | |

CC - 1

PROYECTO FIN DE CARRERA

SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADO PARA EL CONTROL DE LA CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO

Autora: Laura Bermejo Pérez

CUADRO DE CONTROL

Nombre: CC - 1
Situación: Sala de Máquinas

CONTROLADOR:

Nombre: PXC64-U
Dir.: 31 Bus: 1
Tipo: MODULAR

Editor: LBP

Fecha: 25/06/11

Versión:

Hoja Nº: 116



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Departamento de Tecnología Electrónica
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL – ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
PROYECTO FIN DE CARRERA



Sistema de Gestión Centralizado para el Control de la Climatización de un Edificio

CÁLCULOS

Ficha

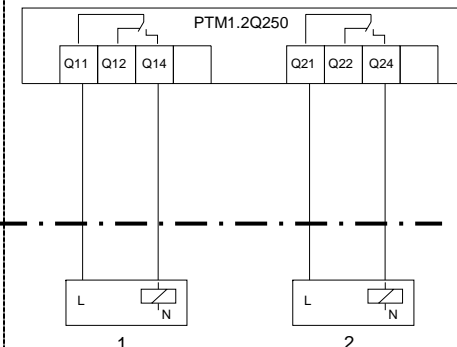
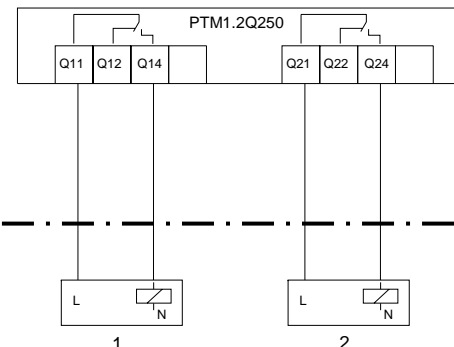
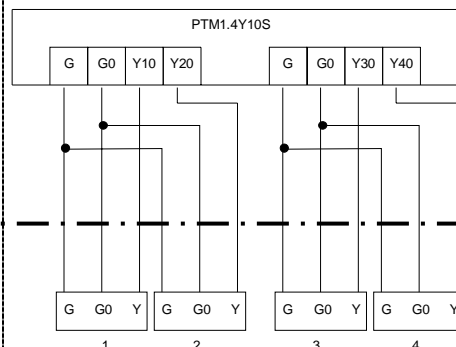
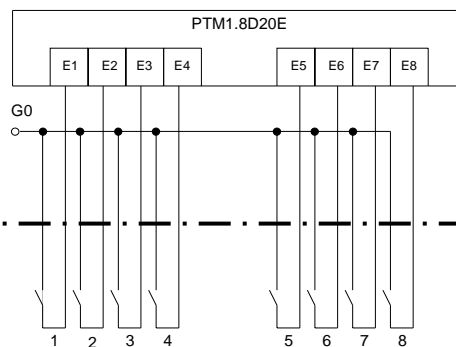
5

6

7

8

CAMPO
C.CONTROL



Elemento de campo
Descripción de señal

1 CONTACTO NA
{Prod Frío} Estado B1 Cl's
2 CONTACTO NA
{Prod Frío} Estado B2 Cl's
3 CONTACTO NA
{Prod Frío} Alarma B1 Cl's
4 CONTACTO NA
{Prod Frío} Alarma B2 Cl's
5 CONTACTO NA
{Prod Frío} Estado B1 Fancoils
6 CONTACTO NA
{Prod Frío} Estado B2 Fancoils
7 CONTACTO NA
{Prod Frío} Alarma B1 Fancoils
8 CONTACTO NA
{Prod Frío} Alarma B2 Fancoils

1 SKC62
{Prod Frío} Válvula Fancoils Frío

1 CONTACTOR
{Prod Frío} M/P Enfriadora 1
2 CONTACTOR
{Prod Frío} M/P Enfriadora 2

1 CONTACTOR
{Prod Frío} M/P B1 Enfriadora 1
2 CONTACTOR
{Prod Frío} M/P B2 Enfriadora 1

CC - 1

PROYECTO FIN DE CARRERA

SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADO PARA EL
CONTROL DE LA CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO

Autora: Laura Bermejo Pérez

CUADRO DE CONTROL

Nombre: CC - 1
Situación: Sala de Máquinas

CONTROLADOR:

Nombre: PXC64-U
Dir.: 31 **Bus:** 1
Tipo: MODULAR

Editor: LBP

Fecha: 25/06/11

Versión:

Hoja Nº: 117



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Departamento de Tecnología Electrónica
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL – ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
PROYECTO FIN DE CARRERA

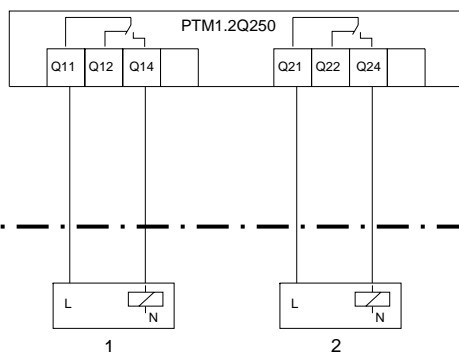


Sistema de Gestión Centralizado para el Control de la Climatización de un Edificio

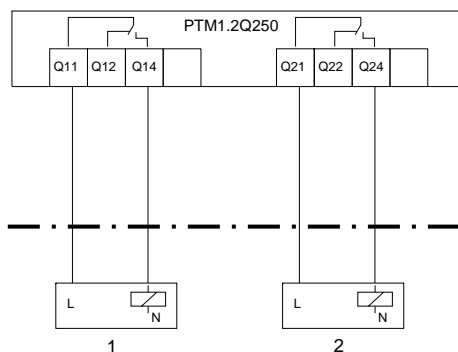
CÁLCULOS

Ficha

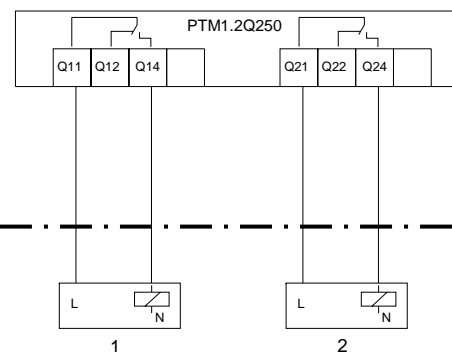
9



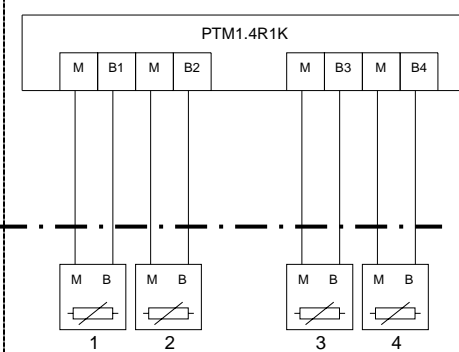
10



11



12



CAMPO
C.CONTROL

Elemento de campo
Descripción de señal

1 CONTACTOR
{Prod Frío} M/P B1 Enfriadora 2
2 CONTACTOR
{Prod Frío} M/P B2 Enfriadora 2

1 CONTACTOR
{Prod Frío} M/P B1 Fancoils
2 CONTACTOR
{Prod Frío} M/P B2 Fancoils

1 CONTACTOR
{Prod Frío} M/P B1 Climatizadores
2 CONTACTOR
{Prod Frío} M/P B2 Climatizadores

1 QAE2120.010
{Prod Calor} Temp Impulsión Caldera 1
2 QAE2120.010
{Prod Calor} Temp Retorno Caldera 1
3 QAE2120.010
{Prod Calor} Temp Impulsión Caldera 2
4 QAE2120.010
{Prod Calor} Temp Retorno Caldera 2

CC - 1

PROYECTO FIN DE CARRERA

SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADO PARA EL
CONTROL DE LA CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO

Autora: Laura Bermejo Pérez

CUADRO DE CONTROL

Nombre: CC - 1
Situación: Sala de Máquinas

CONTROLADOR:

Nombre: PXC64-U
Dir.: 31 Bus: 1
Tipo: MODULAR

Editor: LBP

Fecha: 25/06/11

Versión:

Hoja Nº: 118



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Departamento de Tecnología Electrónica
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL – ELECTRÓNICA INDUSTRIAL



Sistema de Gestión Centralizado para el Control de la Climatización de un Edificio

CÁLCULOS

Ficha

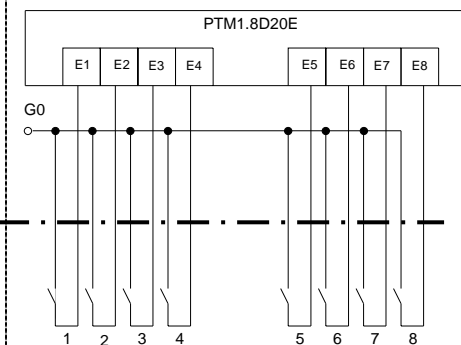
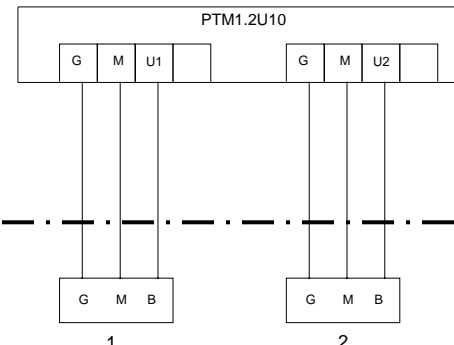
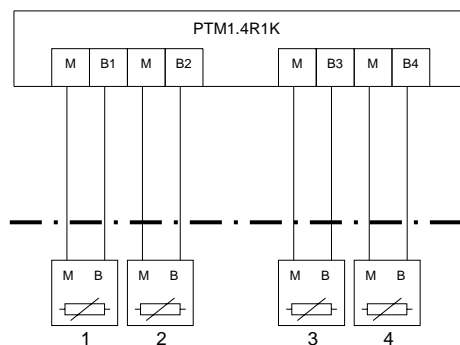
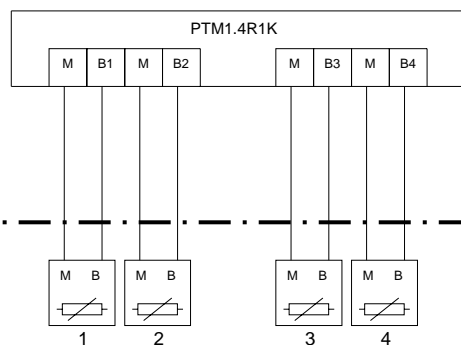
13

14

15

16

CAMPO
C.CONTROL



Elemento de campo
Descripción de señal

- 1 QAE2120.010 {Prod Calor} Temp Retorno Cl's
- 2 QAE2120.010 {Prod Calor} Temp Retorno Fancoils
- 3 QAE2120.010 {Prod Calor} Temp Impulsión Fancoils
- 4 QAE2120.010 {Prod Calor} Temp Retorno Radiadores

- 1 QAE2120.010 {Prod Calor} Temp Imp. Radiadores
- 2
- 3
- 4

- 1 FGT-PT1000 {Prod Calor} Temp Humos Caldera 1
- 2 FGT-PT1000 {Prod Calor} Temp Humos Caldera 2
-
-

- 1 CONTACTO NA {Prod Calor} Estado Caldera 1
- 2 CONTACTO NA {Prod Calor} Alarma Caldera 1
- 3 QVE1900 {Prod Calor} Flujo Caldera 1
- 4 CONTACTO NA {Prod Calor} Estado B1 Caldera 1
- 5 CONTACTO NA {Prod Calor} Estado B2 Caldera 1
- 6 CONTACTO NA {Prod Calor} Alarma B1 Caldera 1
- 7 CONTACTO NA {Prod Calor} Alarma B2 Caldera 1
- 8

CC - 1

PROYECTO FIN DE CARRERA

SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADO PARA EL CONTROL DE LA CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO

Autora: Laura Bermejo Pérez

CUADRO DE CONTROL

Nombre: CC - 1
Situación: Sala de Máquinas

CONTROLADOR:

Nombre: PXC64-U
Dir.: 31 Bus: 1
Tipo: MODULAR

Editor: LBP

Fecha: 25/06/11

Versión:

Hoja Nº: 119



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Departamento de Tecnología Electrónica
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL – ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
PROYECTO FIN DE CARRERA



Sistema de Gestión Centralizado para el Control de la Climatización de un Edificio

CÁLCULOS

Ficha

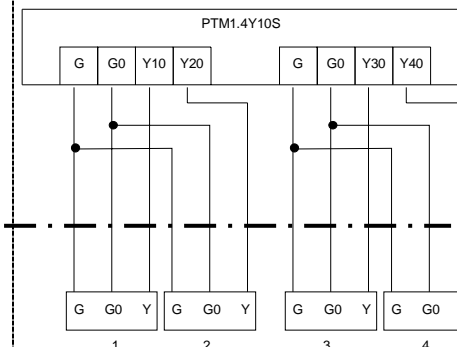
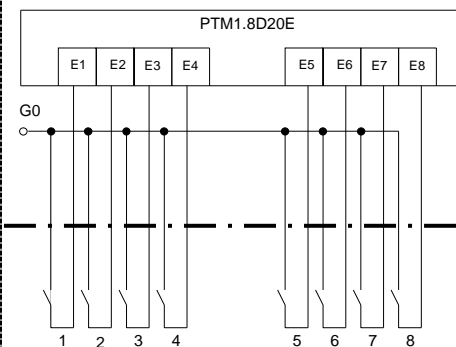
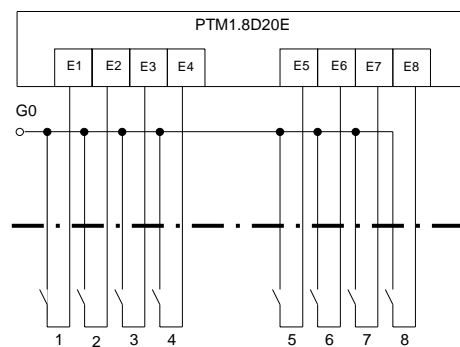
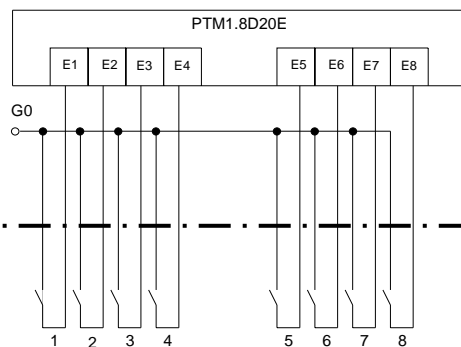
17

18

19

20

CAMPO
C.CONTROL



Elemento de campo
Descripción de señal

1	CONTACTO NA {Prod Calor} Estado Caldera 2	1	CONTACTO NA {Prod Calor} Estado B1 Cl's	1	CONTACTO NA {Prod Calor} Estado B1 Radiadores	1	SQX62 {Prod Calor} Válvula Fancoils Calor
2	CONTACTO NA {Prod Calor} Alarma Caldera 2	2	CONTACTO NA {Prod Calor} Estado B2 Cl's	2	CONTACTO NA {Prod Calor} Estado B2 Radiadores	2	SQX62 {Prod Calor} Válvula Radiadores Calor
3	QVE1900 {Prod Calor} Flujo Caldera 2	3	CONTACTO NA {Prod Calor} Alarma B1 Cl's	3	CONTACTO NA {Prod Calor} Alarma B1 Radiadores	3	
4	CONTACTO NA {Prod Calor} Estado B1 Caldera 2	4	CONTACTO NA {Prod Calor} Alarma B2 Cl's	4	CONTACTO NA {Prod Calor} Alarma B2 Radiadores	4	
5	CONTACTO NA {Prod Calor} Estado B2 Caldera 2	5	CONTACTO NA {Prod Calor} Estado B1 Fancoils	5			
6	CONTACTO NA {Prod Calor} Alarma B1 Caldera 2	6	CONTACTO NA {Prod Calor} Estado B2 Fancoils	6			
7	CONTACTO NA {Prod Calor} Alarma B2 Caldera 2	7	CONTACTO NA {Prod Calor} Alarma B1 Fancoils	7			
8		8	CONTACTO NA {Prod Calor} Alarma B2 Fancoils	8			

CC - 1

PROYECTO FIN DE CARRERA

SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADO PARA EL CONTROL DE LA CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO

Autora: Laura Bermejo Pérez

CUADRO DE CONTROL

Nombre: CC - 1
Situación: Sala de Máquinas

CONTROLADOR:

Nombre: PXC64-U
Dir.: 31 Bus: 1
Tipo: MODULAR

Editor: LBP

Fecha: 25/06/11

Versión:

Hoja Nº: 120



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Departamento de Tecnología Electrónica
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL – ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
PROYECTO FIN DE CARRERA



Sistema de Gestión Centralizado para el Control de la Climatización de un Edificio

CÁLCULOS

Ficha

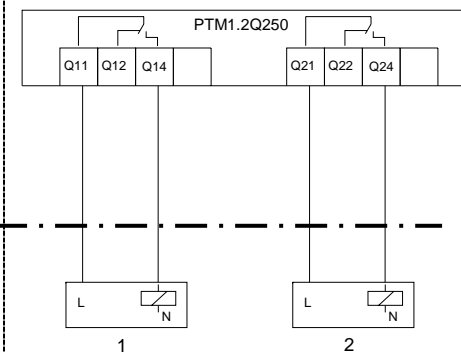
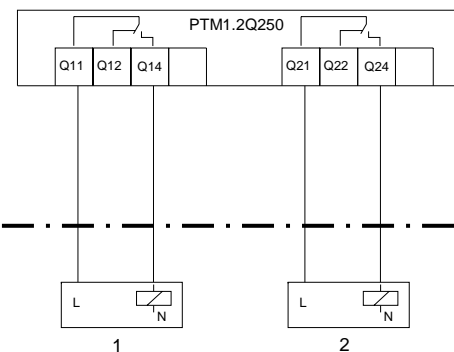
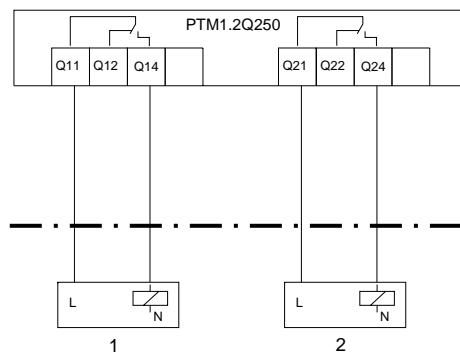
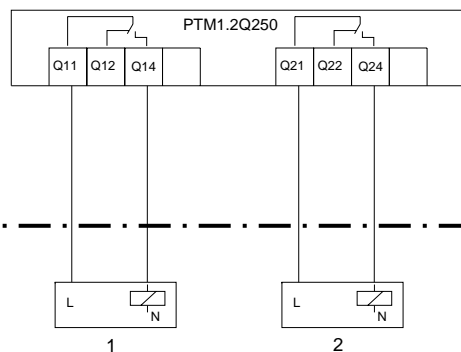
21

22

23

24

CAMPO
C.CONTROL



Elemento de campo
Descripción de señal

1 CONTACTOR
{Prod Calor} M/P Caldera 1
2 CONTACTOR
{Prod Calor} M/P Caldera 2

1 CONTACTOR
{Prod Calor} M/P B1 Caldera 1
2 CONTACTOR
{Prod Calor} M/P B2 Caldera 1

1 CONTACTOR
{Prod Calor} M/P B1 Caldera 2
2 CONTACTOR
{Prod Calor} M/P B2 Caldera 2

1 CONTACTOR
{Prod Calor} M/P B1 Cl's
2 CONTACTOR
{Prod Calor} M/P B2 Cl's

CC - 1

PROYECTO FIN DE CARRERA

SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADO PARA EL
CONTROL DE LA CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO

Autora: Laura Bermejo Pérez

CUADRO DE CONTROL

Nombre: CC - 1
Situación: Sala de Máquinas

CONTROLADOR:

Nombre: PXC64-U
Dir.: 31 **Bus:** 1
Tipo: MODULAR

Editor: LBP

Fecha: 25/06/11

Versión:

Hoja Nº: 121



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Departamento de Tecnología Electrónica
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL – ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
PROYECTO FIN DE CARRERA



Sistema de Gestión Centralizado para el Control de la Climatización de un Edificio

CÁLCULOS

Ficha

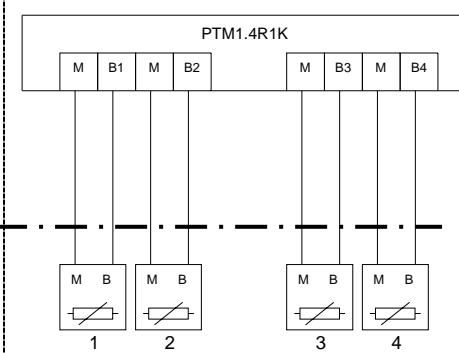
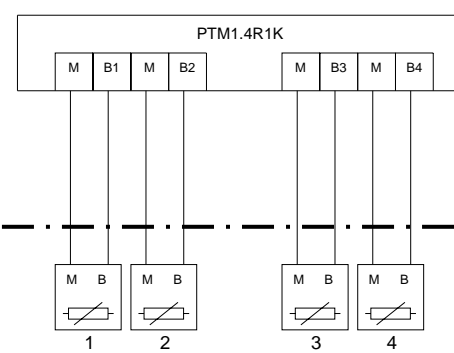
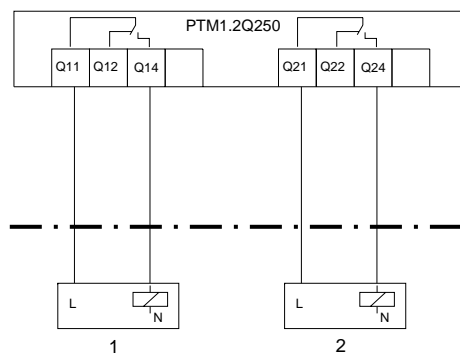
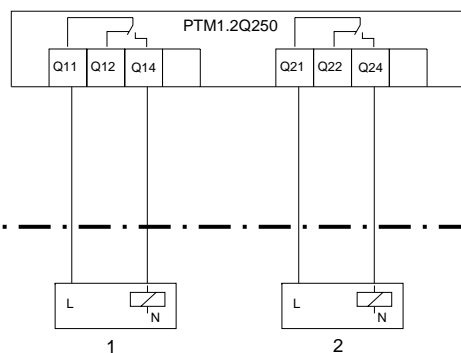
25

26

27

28

CAMPO
C.CONTROL



Elemento de campo
Descripción de señal

1	CONTACTOR {Prod Calor} M/P B1 Fancoils	1	CONTACTOR {Prod Calor} M/P B1 Radiadores	1	QAE2120.010 {Prod ACS} Temp Impulsión ACS	1	QAE2120.010 {Prod ACS} Temp Impulsión Paneles
2	CONTACTOR {Prod Calor} M/P B2 Fancoils	2	CONTACTOR {Prod Calor} M/P B2 Radiadores	2	QAE2120.010 {Prod ACS} Temp Retorno ACS	2	QAE2120.010 {Prod ACS} Temp Retorno Paneles
				3	QAE2120.010 {Prod ACS} Temp Impulsión Caldera ACS	3	QAE2120.010 {Prod ACS} Temp Depósito 1
				4	QAE2120.010 {Prod ACS} Temp Retorno Caldera ACS	4	

CC - 1

PROYECTO FIN DE CARRERA

SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADO PARA EL
CONTROL DE LA CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO

Autora: Laura Bermejo Pérez

CUADRO DE CONTROL

Nombre: CC - 1
Situación: Sala de Máquinas

CONTROLADOR:

Nombre: PXC64-U
Dir.: 31 Bus: 1
Tipo: MODULAR

Editor: LBP

Fecha: 25/06/11

Versión:

Hoja Nº: 122



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Departamento de Tecnología Electrónica
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL – ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
PROYECTO FIN DE CARRERA



Sistema de Gestión Centralizado para el Control de la Climatización de un Edificio

CÁLCULOS

Ficha

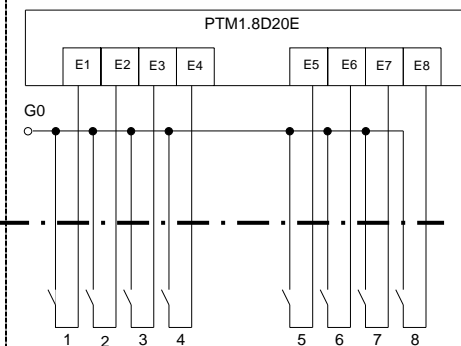
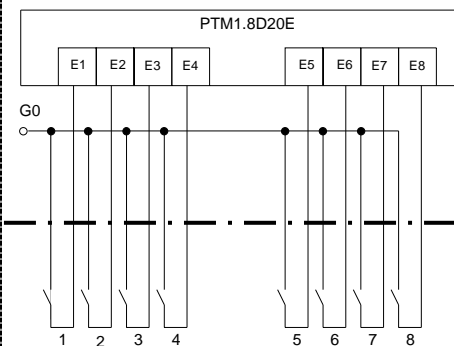
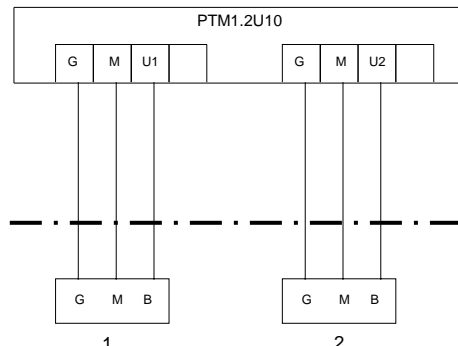
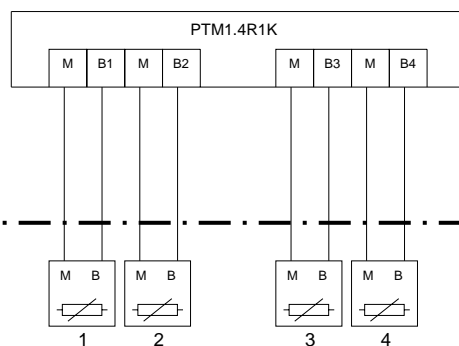
29

30

31

32

CAMPO
C.CONTROL



Elemento de campo
Descripción de señal

1	QAE2120.010 {Prod ACS}	Temp Impulsión Caldera
2	QAE2120.010 {Prod ACS}	Temp Retorno Caldera
3	QAE2120.010 {Prod ACS}	Temp Depósito 2
4		

1	FGT-PT1000 {Prod ACS}	Temp Humos Caldera ACS
2		

1	CONTACTO NA {Prod ACS}	Estado B1 Paneles
2	CONTACTO NA {Prod ACS}	Estado B2 Paneles
3	CONTACTO NA {Prod ACS}	Alarma B1 Paneles
4	CONTACTO NA {Prod ACS}	Alarma B2 Paneles
5	CONTACTO NA {Prod ACS}	Estado B1 ACS
6	CONTACTO NA {Prod ACS}	Estado B2 ACS
7	CONTACTO NA {Prod ACS}	Alarma B1 ACS
8	CONTACTO NA {Prod ACS}	Alarma B2 ACS

1	CONTACTO NA {Prod ACS}	Estado Caldera ACS
2	CONTACTO NA {Prod ACS}	Alarma Caldera ACS
3	61F-GP {Prod ACS}	Alarma Mínimo Depósito 1
4	61F-GP {Prod ACS}	Alarma Máximo Depósito 1
5	61F-GP {Prod ACS}	Alarma Mínimo Depósito 2
6	61F-GP {Prod ACS}	Alarma Máximo Depósito 2
7	CONTACTO NA {Prod ACS}	Estado llenado Depósito 1
8	CONTACTO NA {Prod ACS}	Estado mezcla Depósito 1

CC - 1

PROYECTO FIN DE CARRERA

SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADO PARA EL CONTROL DE LA CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO

Autora: Laura Bermejo Pérez

CUADRO DE CONTROL

Nombre: CC - 1
Situación: Sala de Máquinas

CONTROLADOR:

Nombre: PXC64-U
Dir.: 31 Bus: 1
Tipo: MODULAR

Editor: LBP

Fecha: 25/06/11

Versión:

Hoja Nº: 123



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Departamento de Tecnología Electrónica
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL – ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
PROYECTO FIN DE CARRERA



Sistema de Gestión Centralizado para el Control de la Climatización de un Edificio

CÁLCULOS

Ficha

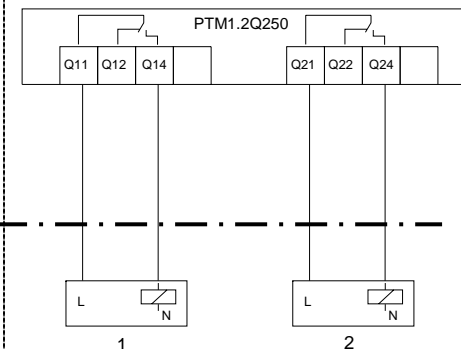
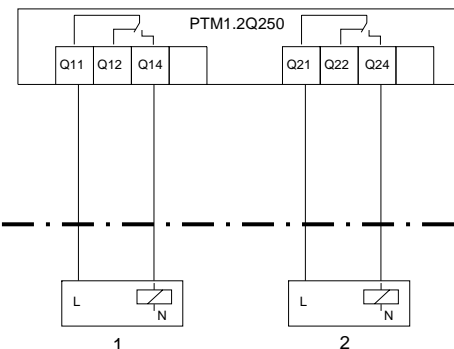
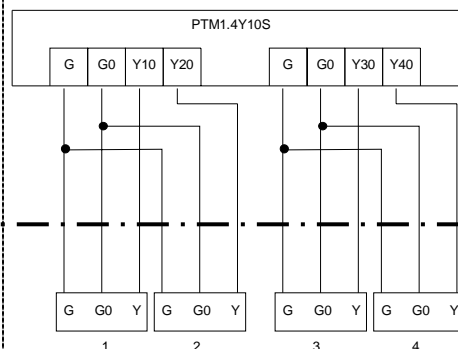
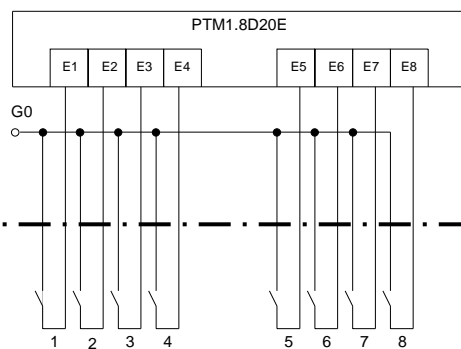
33

34

35

36

CAMPO
C.CONTROL



Elemento de campo
Descripción de señal

1 CONTACTO NA {Prod ACS} Estado llenado Depósito 2
2 CONTACTO NA {Prod ACS} Estado mezcla Depósito 2
3
4
5
6
7
8

1 V3V {Prod ACS} Válvula Paneles
2 V3V {Prod ACS} Válvula Caldera ACS
3
4

1 CONTACTO NA {Prod ACS} M/P B1 Paneles
2 CONTACTO NA {Prod ACS} M/P B2 Paneles

1 CONTACTO NA {Prod ACS} M/P Caldera ACS
2

CC - 1

PROYECTO FIN DE CARRERA

SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADO PARA EL CONTROL DE LA CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO

Autora: Laura Bermejo Pérez

CUADRO DE CONTROL

Nombre: CC - 1
Situación: Sala de Máquinas

CONTROLADOR:

Nombre: PXC64-U
Dir.: 31 Bus: 1
Tipo: MODULAR

Editor: LBP

Fecha: 25/06/11

Versión:

Hoja Nº: 124



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Departamento de Tecnología Electrónica
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL – ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
PROYECTO FIN DE CARRERA



Sistema de Gestión Centralizado para el Control de la Climatización de un Edificio

CÁLCULOS

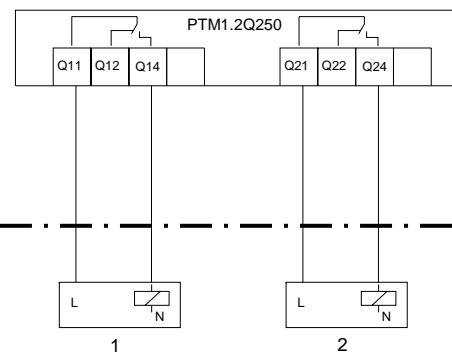
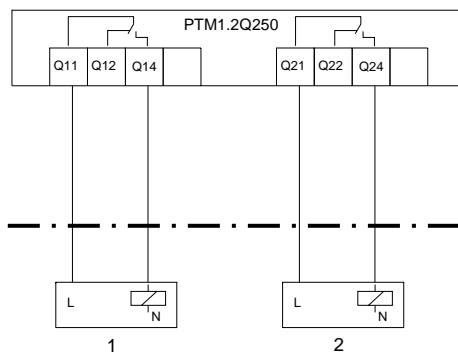
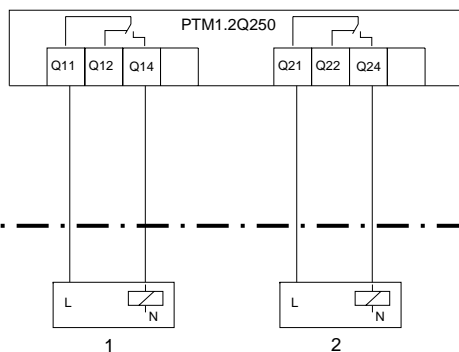
Ficha

37

38

39

CAMPO
C.CONTROL



Elemento de campo
Descripción de señal

1 CONTACTO NA
{Prod ACS} M/P B1 Caldera ACS
2 CONTACTO NA
{Prod ACS} M/P B2 Caldera ACS

1 CONTACTO NA
{Prod ACS} A/C llenado Depósito 1
2 CONTACTO NA
{Prod ACS} A/C mezcla Depósito 1

1 CONTACTO NA
{Prod ACS} A/C llenado Depósito 2
2 CONTACTO NA
{Prod ACS} A/C mezcla Depósito 2

CC - 1

PROYECTO FIN DE CARRERA

SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADO PARA EL
CONTROL DE LA CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO

Autora: Laura Bermejo Pérez

CUADRO DE CONTROL

Nombre: CC - 1
Situación: Sala de Máquinas

CONTROLADOR:

Nombre: PXC64-U
Dir.: 31 Bus: 1
Tipo: MODULAR

Editor: LBP

Fecha: 25/06/11

Versión:

Hoja Nº: 125



ANEXO 1.2:

Esquemas Eléctricos del Cuadro de Control 2



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

Departamento de Tecnología Electrónica
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL – ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

PROYECTO FIN DE CARRERA

Sistema de Gestión Centralizado para el Control de la Climatización de un Edificio

CÁLCULOS



Edificio de oficinas en las Tablas

ESQUEMAS ELÉCTRICOS DEL SISTEMA DE CONTROL

CUADRO DE CONTROL: CC – 2
SITUACIÓN: Sala de Máquinas

CONTROLADORES

BUS	DIR	TIPO	SISTEMA CONTROLADO
1	32	PXC64-U	CLIMATIZADORES DE AIRE PRIMARIO CLIMATIZADORES CON FREE-COOLING EXTRACTORES

CC - 2

PROYECTO FIN DE CARRERA

SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADO PARA EL
CONTROL DE LA CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO

Autora: Laura Bermejo Pérez

CUADRO DE CONTROL

Nombre: CC - 2
Situación: Sala de Máquinas

CONTROLADOR:

Nombre:
Dir.: 32 Bus: 1
Tipo: PXC64-U

Editor: LBP

Fecha: 25/06/11

Versión:

Hoja Nº: 128

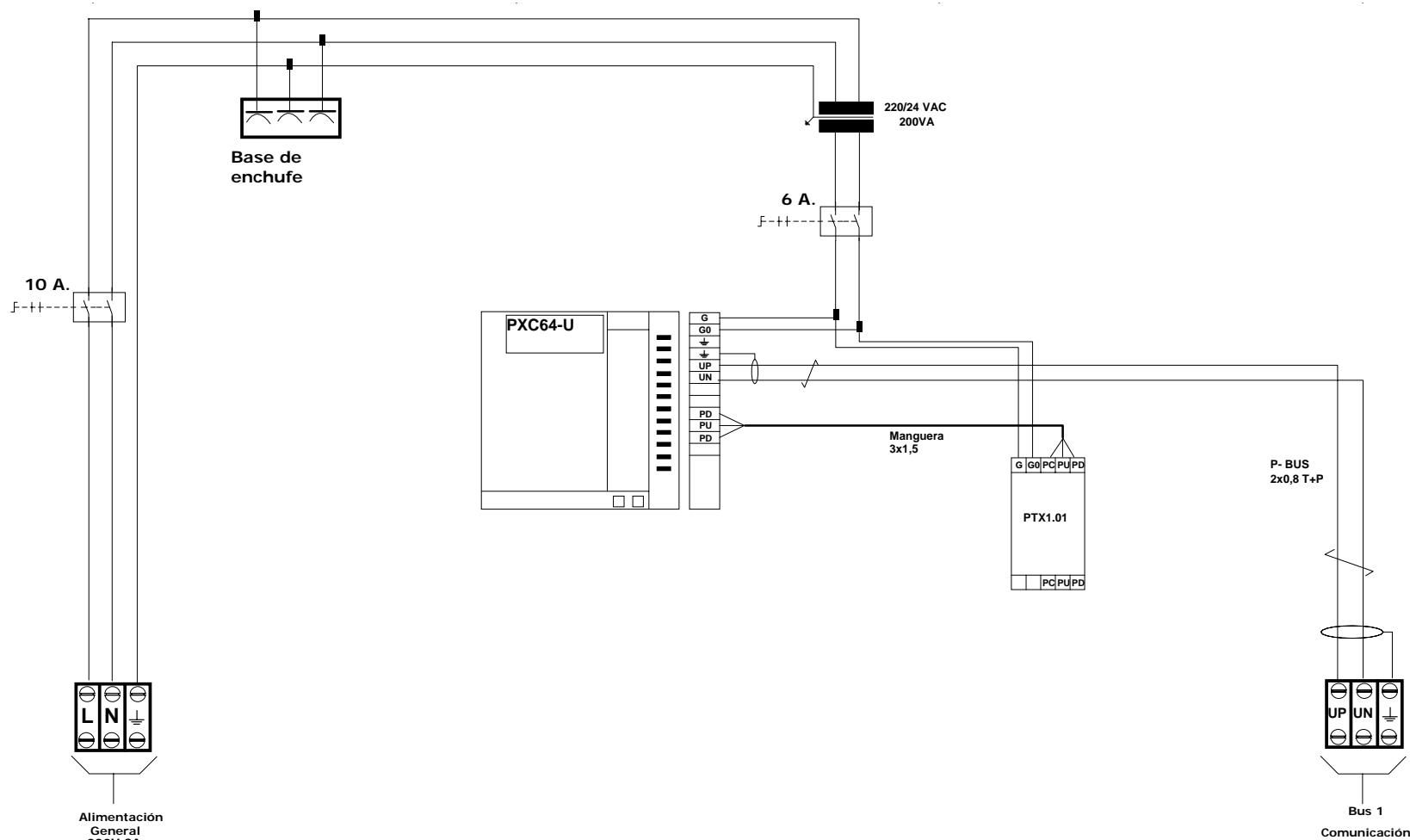


UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Departamento de Tecnología Electrónica
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL – ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
PROYECTO FIN DE CARRERA



Sistema de Gestión Centralizado para el Control de la Climatización de un Edificio

CÁLCULOS



CC - 2

PROYECTO FIN DE CARRERA

SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADO PARA EL
CONTROL DE LA CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO

Autora: Laura Bermejo Pérez

CUADRO DE CONTROL

Nombre: CC - 2
Situación: Sala de Máquinas

CONTROLADOR:

Nombre:
Dir.: 32 **Bus:** 1
Tipo: PXC64-U

Editor: LBP

Fecha: 25/06/11

Versión:

Hoja Nº: 129



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Departamento de Tecnología Electrónica
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL – ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
PROYECTO FIN DE CARRERA



Sistema de Gestión Centralizado para el Control de la Climatización de un Edificio

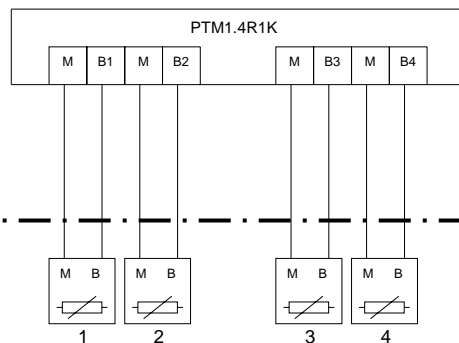
CÁLCULOS

Ficha

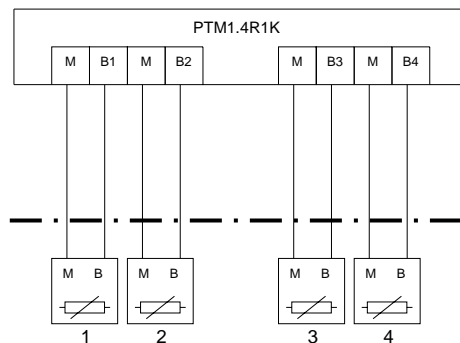
CAMPO
C.CONTROL

Elemento de campo
Descripción de señal

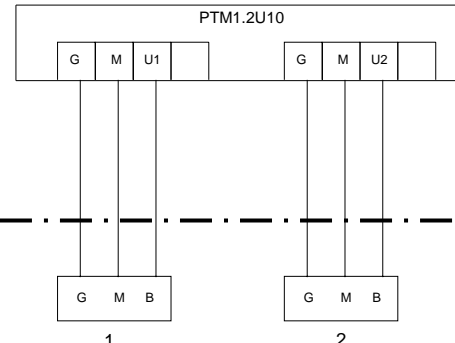
1



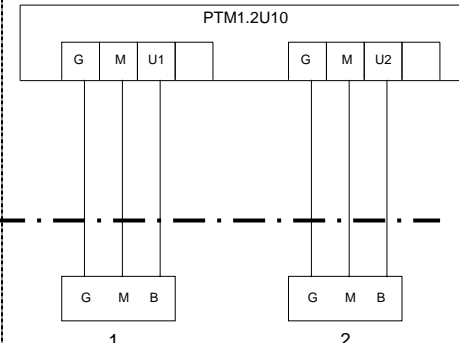
2



3



4



1	QAM2120.040 {CL-A.P.} Temp Impulsión Vestíbulo
2	QAM2120.040 {CL-A.P.} Temp Impulsión Restaurante
3	QAM2120.040 {CL-A.P.} Temp Impulsión Cafetería
4	

1	QAM2120.040 {CL-F.C.} Temp Impulsión Planta 1
2	QAM2120.040 {CL-F.C.} Temp Impulsión Planta 2
3	QAM2120.040 {CL-F.C.} Temp Impulsión Sala Juntas
4	

1	QFM3160 {CL-F.C.} Temp Exterior Planta 1
2	QFM3160 {CL-F.C.} Hum Exterior Planta 1

1	QFM3160 {CL-F.C.} Temp Exterior Planta 2
2	QFM3160 {CL-F.C.} Hum Exterior Planta 2

CC - 2

PROYECTO FIN DE CARRERA

SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADO PARA EL CONTROL DE LA CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO

Autora: Laura Bermejo Pérez

CUADRO DE CONTROL

Nombre: CC - 2
Situación: Sala de Máquinas

CONTROLADOR:

Nombre:
Dir.: 32 Bus: 1
Tipo: PXC64-U

Editor: LBP

Fecha: 25/06/11

Versión:

Hoja Nº: 130



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Departamento de Tecnología Electrónica
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL – ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
PROYECTO FIN DE CARRERA



Sistema de Gestión Centralizado para el Control de la Climatización de un Edificio

CÁLCULOS

Ficha

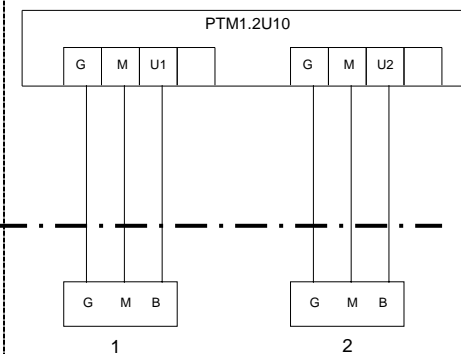
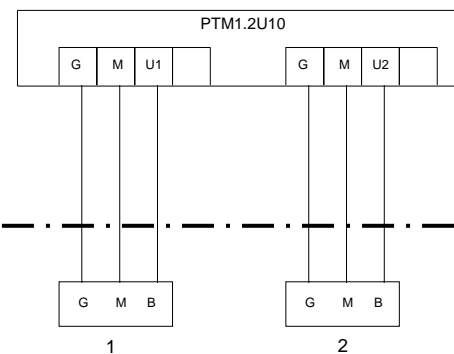
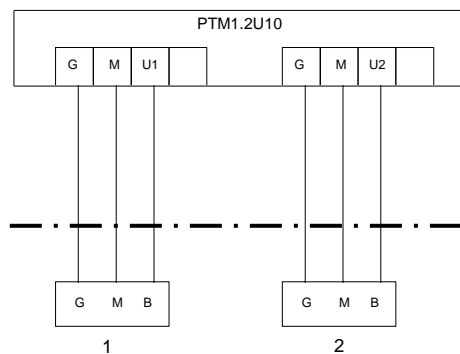
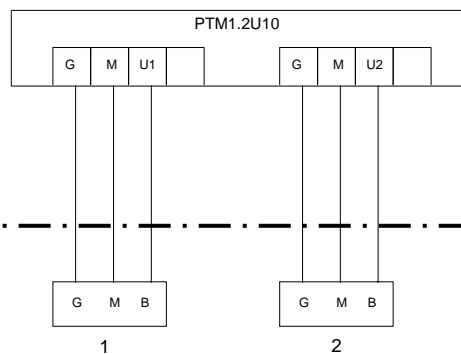
5

6

7

8

CAMPO
C.CONTROL



Elemento de campo
Descripción de señal

- 1 QFA3160 {CL-F.C.} Temp Ambiente Planta 1
2 QFA3160 {CL-F.C.} Hum Ambiente Planta 1

- 1 QFA3160 {CL-F.C.} Temp Ambiente Planta 2
2 QFA3160 {CL-F.C.} Hum Ambiente Planta 2

- 1 QFM3160 {CL-F.C.} Temp Exterior Sala Juntas
2 QFM3160 {CL-F.C.} Hum Exterior Sala Juntas

- 1 QFA3160 {CL-F.C.} Temp Ambiente Sala Juntas
2 QFA3160 {CL-F.C.} Hum Ambiente Sala Juntas

CC - 2

PROYECTO FIN DE CARRERA

SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADO PARA EL CONTROL DE LA CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO

Autora: Laura Bermejo Pérez

CUADRO DE CONTROL

Nombre: CC - 2
Situación: Sala de Máquinas

CONTROLADOR:

Nombre:
Dir.: 32 **Bus:** 1
Tipo: PXC64-U

Editor: LBP

Fecha: 25/06/11

Versión:

Hoja Nº: 131



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Departamento de Tecnología Electrónica
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL – ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
PROYECTO FIN DE CARRERA



Sistema de Gestión Centralizado para el Control de la Climatización de un Edificio

CÁLCULOS

Ficha

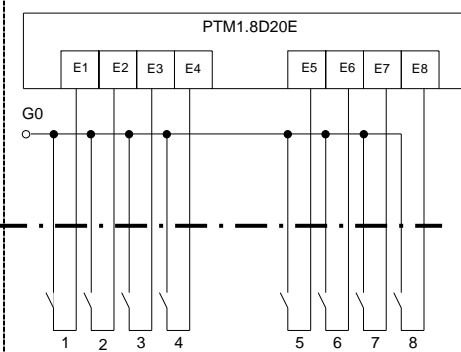
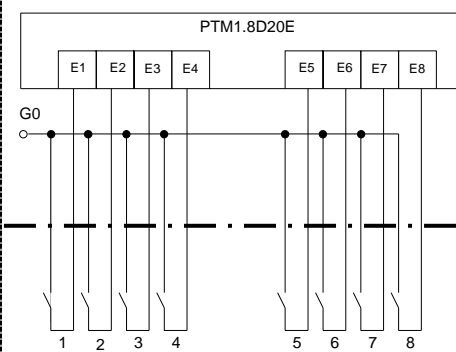
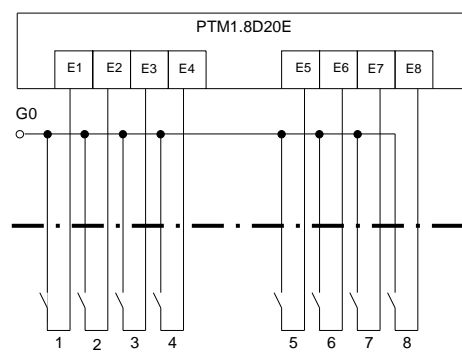
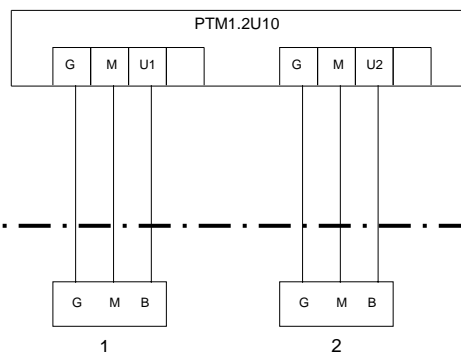
9

10

11

12

CAMPO
C.CONTROL



Elemento de campo
Descripción de señal

1	QAP63.1 {CL-F.C.}	Calidad de Aire Sala Juntas	1	QBM81-3 {CL-A.P.}	Estado Vent Impu Vestíbulo	1	QBM81-3 {CL-A.P.}	Estado Vent Impu Cafetería	1	QBM81-3 {CL-F.C.}	Estado Vent Impu Planta 1
			2	CONTACTOR {CL-A.P.}	Alarma Vent Impu Vestíbulo	2	CONTACTOR {CL-A.P.}	Alarma Vent Impu Cafetería	2	CONTACTOR {CL-F.C.}	Alarma Vent Impu Planta 1
			3	QBM81-3 {CL-A.P.}	Estado Vent Retor Vestíbulo	3	QBM81-3 {CL-A.P.}	Estado Vent Retor Cafetería	3	QBM81-3 {CL-F.C.}	Estado Vent Retor Planta 1
			4	CONTACTOR {CL-A.P.}	Alarma Vent Retor Vestíbulo	4	CONTACTOR {CL-A.P.}	Alarma Vent Retor Cafetería	4	CONTACTOR {CL-F.C.}	Alarma Vent Retor Planta 1
			5	QBM81-3 {CL-A.P.}	Estado Vent Impu Restaurante	5	QBM81-3 {CL-A.P.}	Alarma filtro Vestíbulo	5	QBM81-3 {CL-F.C.}	Estado Vent Impu Planta 2
			6	CONTACTOR {CL-A.P.}	Alarma Vent Impu Restaurante	6	QBM81-3 {CL-A.P.}	Alarma filtro Restaurante	6	CONTACTOR {CL-F.C.}	Alarma Vent Impu Planta 2
			7	QBM81-3 {CL-A.P.}	Estado Vent Retor Restaurante	7	QBM81-3 {CL-A.P.}	Alarma filtro Cafetería	7	QBM81-3 {CL-F.C.}	Estado Vent Retor Planta 2
			8	CONTACTOR {CL-A.P.}	Alarma Vent Retor Restaurante	8			8	CONTACTOR {CL-F.C.}	Alarma Vent Retor Planta 2

CC - 2

PROYECTO FIN DE CARRERA

SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADO PARA EL
CONTROL DE LA CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO

Autora: Laura Bermejo Pérez

CUADRO DE CONTROL

Nombre: CC - 2
Situación: Sala de Máquinas

CONTROLADOR:

Nombre:
Dir.: 32 Bus: 1
Tipo: PXC64-U

Editor: LBP

Fecha: 25/06/11

Versión:

Hoja Nº: 132



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Departamento de Tecnología Electrónica
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL – ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
PROYECTO FIN DE CARRERA



Sistema de Gestión Centralizado para el Control de la Climatización de un Edificio

CÁLCULOS

Ficha

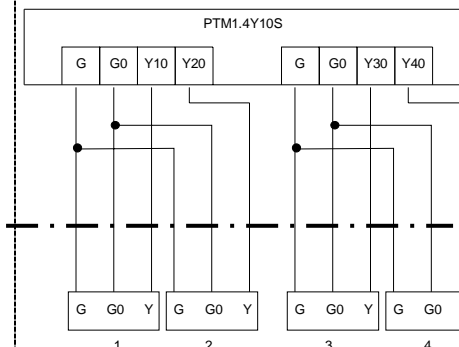
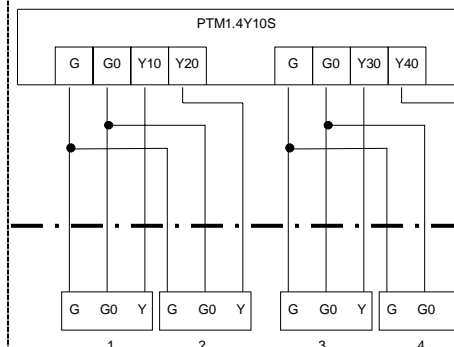
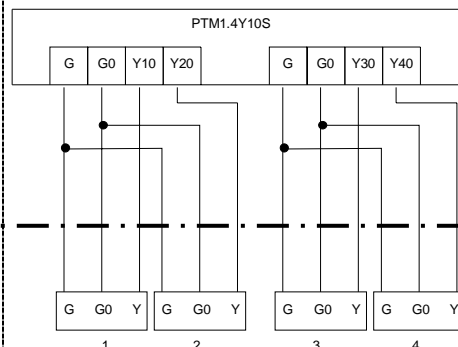
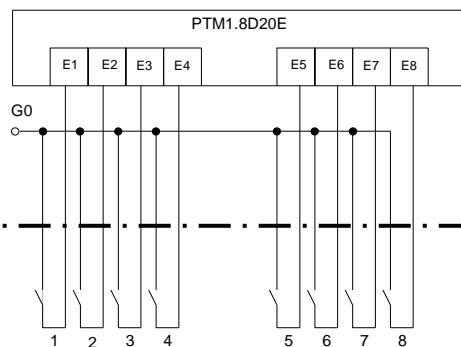
13

14

15

16

CAMPO
C.CONTROL



Elemento de campo
Descripción de señal

1	QBM81-3 {CL-F.C.}	Estado Vent Impu Sala Juntas
2	CONTACTOR {CL-F.C.}	Alarma Vent Impu Sala Juntas
3	QBM81-3 {CL-F.C.}	Estado Vent Retor Sala Juntas
4	CONTACTOR {CL-F.C.}	Alarma Vent Retor Sala Juntas
5	QBM81-3 {CL-F.C.}	Alarma filtro Planta 1
6	QBM81-3 {CL-F.C.}	Alarma filtro Planta 2
7	QBM81-3 {CL-F.C.}	Alarma filtro Sala Juntas
8	CONTACTOR {CL-F.C.}	Estado Humectador Sala Juntas

1	V3V {CL-A.P.}	Válvula Vestíbulo Frío
2	V3V {CL-A.P.}	Válvula Vestíbulo Calor
3	V3V {CL-A.P.}	Válvula Restaurante Frío
4	V3V {CL-A.P.}	Válvula Restaurante Calor

1	V3V {CL-A.P.}	Válvula Cafetería Frío
2	V3V {CL-A.P.}	Válvula Cafetería Calor
3	V3V {CL-F.C.}	Válvula Planta 1 Frío
4	V3V {CL-F.C.}	Válvula Planta 1 Calor

1	V3V {CL-F.C.}	Válvula Planta 2 Frío
2	V3V {CL-F.C.}	Válvula Planta 2 Calor
3	GEB161.1E {CL-F.C.}	Compuertas Planta 1
4	GEB161.1E {CL-F.C.}	Compuertas Planta 2

CC - 2

PROYECTO FIN DE CARRERA

SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADO PARA EL
CONTROL DE LA CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO

Autora: Laura Bermejo Pérez

CUADRO DE CONTROL

Nombre: CC - 2
Situación: Sala de Máquinas

CONTROLADOR:

Nombre:
Dir.: 32 **Bus:** 1
Tipo: PXC64-U

Editor: LBP

Fecha: 25/06/11

Versión:

Hoja Nº: 133



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Departamento de Tecnología Electrónica
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL – ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
PROYECTO FIN DE CARRERA



Sistema de Gestión Centralizado para el Control de la Climatización de un Edificio

CÁLCULOS

Ficha

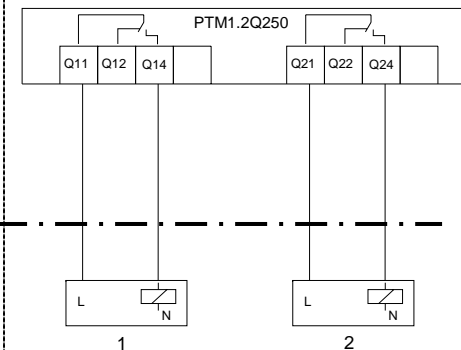
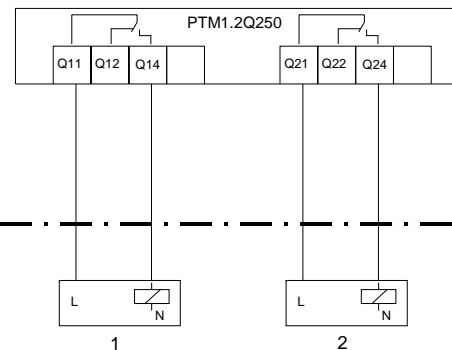
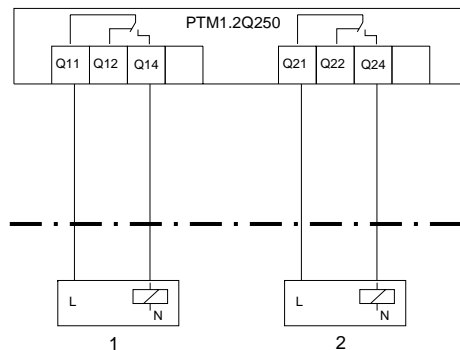
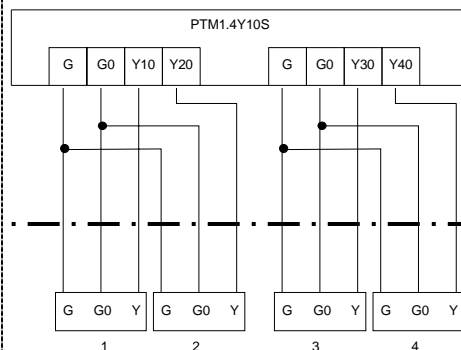
17

18

19

20

CAMPO
C.CONTROL



Elemento de campo
Descripción de señal

- 1 V3V {CL-F.C.} Válvula Sala Juntas Frío
- 2 V3V {CL-F.C.} Válvula Sala Juntas Calor
- 3 GEB161.1E {CL-F.C.} Compuertas Sala Juntas
- 4 CONTACTOR {CL-F.C.} Humectador Sala Juntas

- 1 CONTACTOR {CL-A.P.} M/P Vent Impu Vestíbulo
- 2 CONTACTOR {CL-A.P.} M/P Vent Retor Vestíbulo

- 1 CONTACTOR {CL-A.P.} M/P Vent Impu Restaurante
- 2 CONTACTOR {CL-A.P.} M/P Vent Retor Restaurante

- 1 CONTACTOR {CL-A.P.} M/P Vent Impu Cafetería
- 2 CONTACTOR {CL-A.P.} M/P Vent Retor Cafetería

CC - 2

PROYECTO FIN DE CARRERA

SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADO PARA EL CONTROL DE LA CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO

Autora: Laura Bermejo Pérez

CUADRO DE CONTROL

Nombre: CC - 2
Situación: Sala de Máquinas

CONTROLADOR:

Nombre:
Dir.: 32 **Bus:** 1
Tipo: PXC64-U

Editor: LBP

Fecha: 25/06/11

Versión:

Hoja Nº: 134



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Departamento de Tecnología Electrónica
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL – ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
PROYECTO FIN DE CARRERA



Sistema de Gestión Centralizado para el Control de la Climatización de un Edificio

CÁLCULOS

Ficha

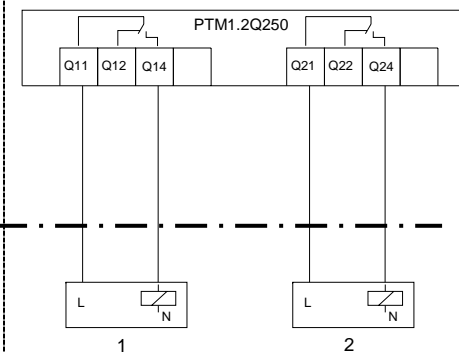
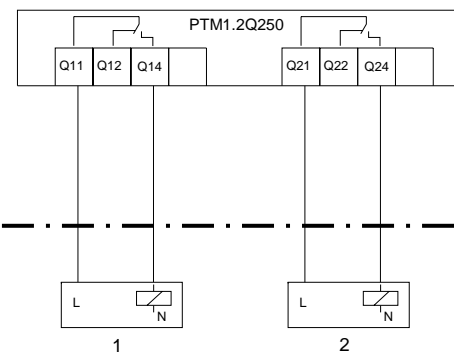
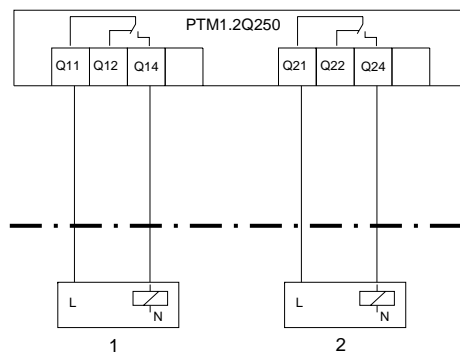
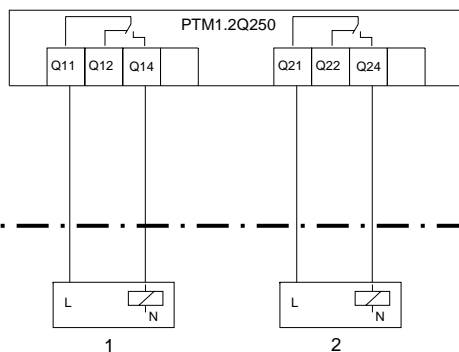
21

22

23

24

CAMPO
C.CONTROL



Elemento de campo
Descripción de señal

- 1 CONTACTOR
{CL-F.C.} M/P Vent Impu Planta 1
- 2 CONTACTOR
{CL-F.C.} M/P Vent Retor Planta 1

- 1 CONTACTOR
{CL-F.C.} M/P Vent Impu Planta 2
- 2 CONTACTOR
{CL-F.C.} M/P Vent Retor Planta 2

- 1 CONTACTOR
{CL-F.C.} M/P Vent Impu Sala Juntas
- 2 CONTACTOR
{CL-F.C.} M/P Vent Retor Sala Juntas

- 1 CONTACTOR
{CL-F.C.} Permiso Humectador
- 2

CC - 2

PROYECTO FIN DE CARRERA

SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADO PARA EL
CONTROL DE LA CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO

Autora: Laura Bermejo Pérez

CUADRO DE CONTROL

Nombre: CC - 2
Situación: Sala de Máquinas

CONTROLADOR:

Nombre:
Dir.: 32 Bus: 1
Tipo: PXC64-U

Editor: LBP

Fecha: 25/06/11

Versión:

Hoja Nº: 135



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Departamento de Tecnología Electrónica
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL – ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
PROYECTO FIN DE CARRERA



Sistema de Gestión Centralizado para el Control de la Climatización de un Edificio

CÁLCULOS

Ficha

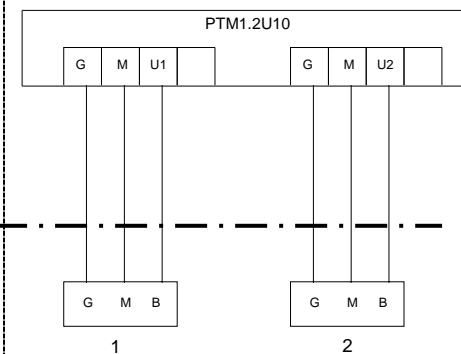
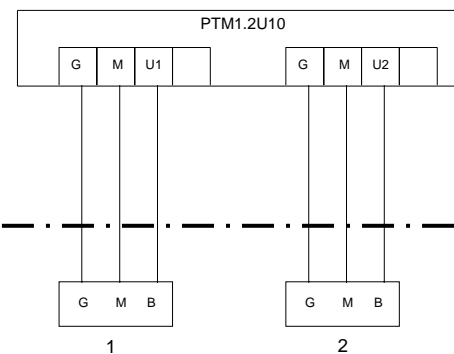
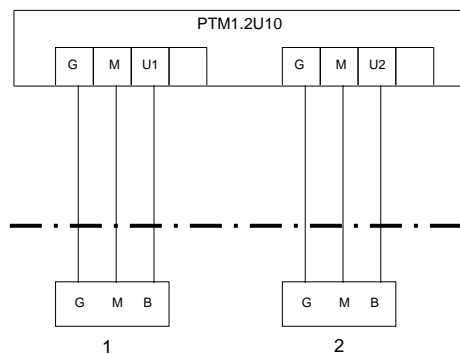
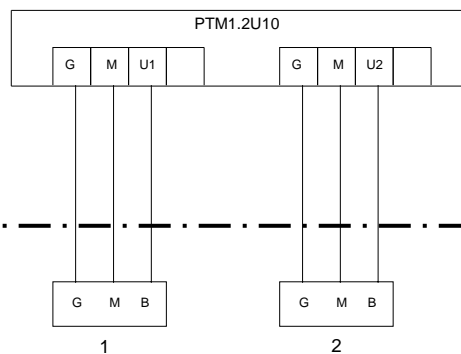
25

26

27

28

CAMPO
C.CONTROL



Elemento de campo
Descripción de señal

1 QPA63.1
{Extrac -1} Calidad de Aire Zona 1
2 QPA63.1
{Extrac -1} Calidad de Aire Zona 2

1 QPA63.1
{Extrac -1} Calidad de Aire Zona 3
2 QPA63.1
{Extrac -1} Calidad de Aire Zona 4

1 QPA63.1
{Extrac -2} Calidad de Aire Zona 1
2 QPA63.1
{Extrac -2} Calidad de Aire Zona 2

1 QPA63.1
{Extrac -2} Calidad de Aire Zona 3
2 QPA63.1
{Extrac -2} Calidad de Aire Zona 4

CC - 2

PROYECTO FIN DE CARRERA

SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADO PARA EL
CONTROL DE LA CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO

Autora: Laura Bermejo Pérez

CUADRO DE CONTROL

Nombre: CC - 2
Situación: Sala de Máquinas

CONTROLADOR:

Nombre:
Dir.: 32 **Bus:** 1
Tipo: PXC64-U

Editor: LBP

Fecha: 25/06/11

Versión:

Hoja Nº: 136



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Departamento de Tecnología Electrónica
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL – ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
PROYECTO FIN DE CARRERA



Sistema de Gestión Centralizado para el Control de la Climatización de un Edificio

CÁLCULOS

Ficha

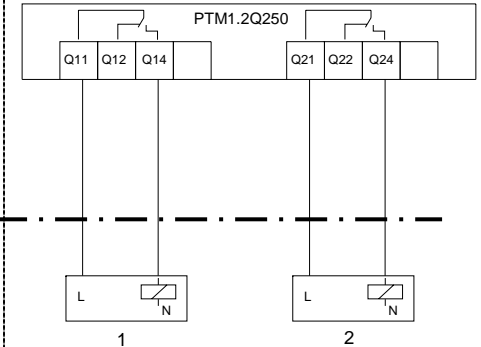
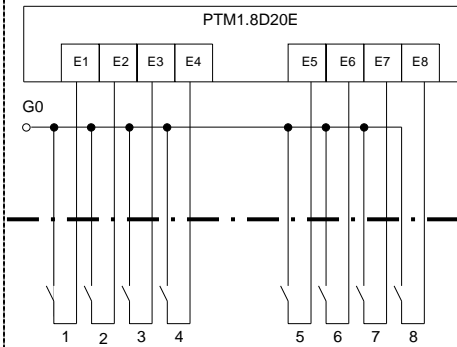
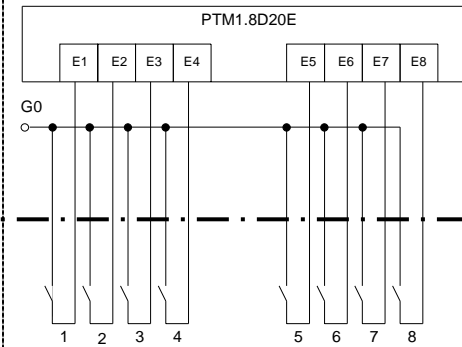
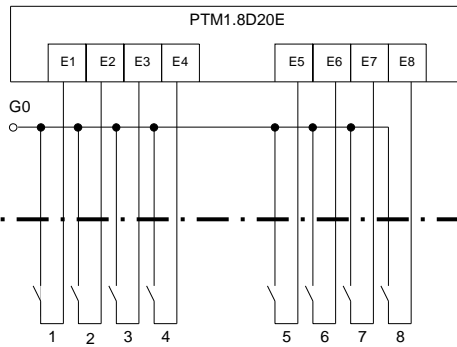
29

30

31

32

CAMPO
C.CONTROL



Elemento de campo
Descripción de señal

1	CONTACTO NA {Extrac -1} Estado Extractor Zona 1	1	CONTACTO NA {Extrac Aseos} Estado Extractor Aseos 1	1	CONTACTO NA {Extrac Aseos} Estado Extractor Aseos 9	1	CONTACTOR {Extrac -1} M/P Extractor Zona 1
2	CONTACTO NA {Extrac -1} Estado Extractor Zona 2	2	CONTACTO NA {Extrac Aseos} Estado Extractor Aseos 2	2		2	CONTACTOR {Extrac -1} M/P Extractor Zona 2
3	CONTACTO NA {Extrac -1} Estado Extractor Zona 3	3	CONTACTO NA {Extrac Aseos} Estado Extractor Aseos 3	3		3	
4	CONTACTO NA {Extrac -1} Estado Extractor Zona 4	4	CONTACTO NA {Extrac Aseos} Estado Extractor Aseos 4	4		4	
5	CONTACTO NA {Extrac -2} Estado Extractor Zona 1	5	CONTACTO NA {Extrac Aseos} Estado Extractor Aseos 5	5		5	
6	CONTACTO NA {Extrac -2} Estado Extractor Zona 2	6	CONTACTO NA {Extrac Aseos} Estado Extractor Aseos 6	6		6	
7	CONTACTO NA {Extrac -2} Estado Extractor Zona 3	7	CONTACTO NA {Extrac Aseos} Estado Extractor Aseos 7	7		7	
8	CONTACTO NA {Extrac -2} Estado Extractor Zona 4	8	CONTACTO NA {Extrac Aseos} Estado Extractor Aseos 8	8		8	

CC - 2

PROYECTO FIN DE CARRERA

SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADO PARA EL
CONTROL DE LA CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO

Autora: Laura Bermejo Pérez

CUADRO DE CONTROL

Nombre: CC - 2
Situación: Sala de Máquinas

CONTROLADOR:

Nombre:
Dir.: 32 **Bus:** 1
Tipo: PXC64-U

Editor: LBP

Fecha: 25/06/11

Versión:

Hoja Nº: 137



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Departamento de Tecnología Electrónica
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL – ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
PROYECTO FIN DE CARRERA



Sistema de Gestión Centralizado para el Control de la Climatización de un Edificio

CÁLCULOS

Ficha

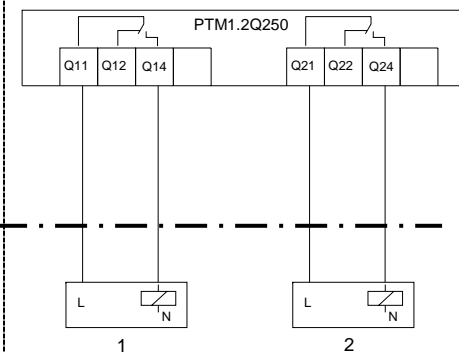
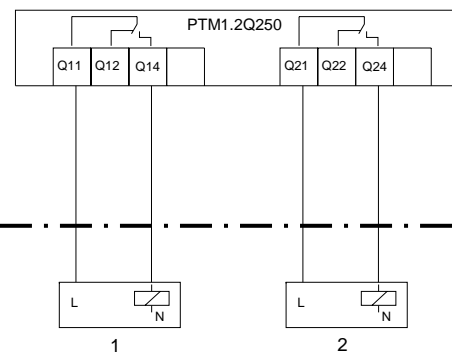
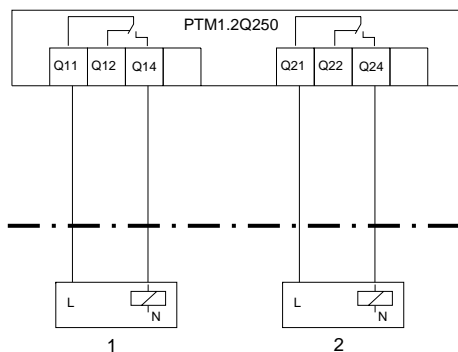
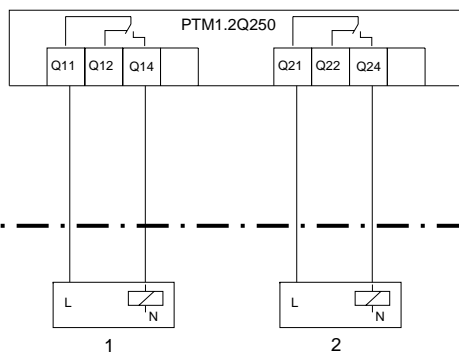
33

34

35

36

CAMPO
C.CONTROL



Elemento de campo
Descripción de señal

1 CONTACTOR
{Extrac -1} M/P Extractor Zona 3
2 CONTACTOR
{Extrac -1} M/P Extractor Zona 4

1 CONTACTOR
{Extrac -2} M/P Extractor Zona 1
2 CONTACTOR
{Extrac -2} M/P Extractor Zona 2

1 CONTACTOR
{Extrac -2} M/P Extractor Zona 3
2 CONTACTOR
{Extrac -2} M/P Extractor Zona 4

1 CONTACTOR
{Extrac Aseos} M/P Extractor Aseos 1
2 CONTACTOR
{Extrac Aseos} M/P Extractor Aseos 2

CC - 2

PROYECTO FIN DE CARRERA

SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADO PARA EL
CONTROL DE LA CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO

Autora: Laura Bermejo Pérez

CUADRO DE CONTROL

Nombre: CC - 2
Situación: Sala de Máquinas

CONTROLADOR:

Nombre:
Dir.: 32 **Bus:** 1
Tipo: PXC64-U

Editor: LBP

Fecha: 25/06/11

Versión:

Hoja Nº: 138



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Departamento de Tecnología Electrónica
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL – ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
PROYECTO FIN DE CARRERA



Sistema de Gestión Centralizado para el Control de la Climatización de un Edificio

CÁLCULOS

Ficha

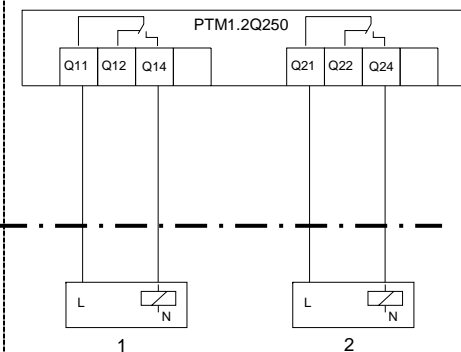
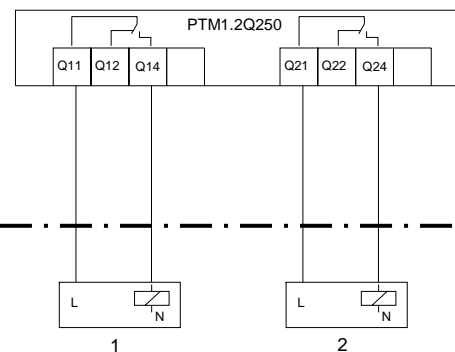
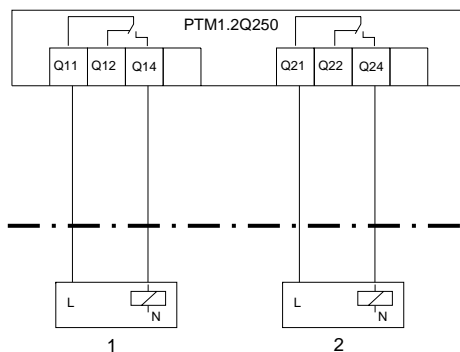
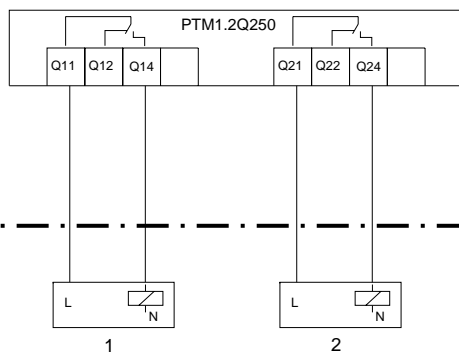
37

38

39

40

CAMPO
C.CONTROL



Elemento de campo
Descripción de señal

1	CONTACTOR {Extrac Aseos} M/P Extractor Aseos 3	1	CONTACTOR {Extrac Aseos} M/P Extractor Aseos 5	1	CONTACTOR {Extrac Aseos} M/P Extractor Aseos 7	1	CONTACTOR {Extrac Aseos} M/P Extractor Aseos 9
2	CONTACTOR {Extrac Aseos} M/P Extractor Aseos 4	2	CONTACTOR {Extrac Aseos} M/P Extractor Aseos 6	2	CONTACTOR {Extrac Aseos} M/P Extractor Aseos 8	2	

CC - 2

PROYECTO FIN DE CARRERA

SISTEMA DE GESTIÓN CENTRALIZADO PARA EL CONTROL DE LA CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO

Autora: Laura Bermejo Pérez

CUADRO DE CONTROL

Nombre: CC - 2
Situación: Sala de Máquinas

CONTROLADOR:

Nombre:
Dir.: 32 Bus: 1
Tipo: PXC64-U

Editor: LBP

Fecha: 25/06/11

Versión:

Hoja Nº: 139